



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : Conception des systèmes d'assainissement

THEME :

**INTERCEPTION DES REJETS D'EAUX USEES DE LA ZONE
NORD OUEST DE LA VILLE D'EL EULMA (W. SETIF)**

Présenté par :

CHARAD Mohamed Amir

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
BOUFEKANE Abdelmadjid	M.C.B	Examineur
BELLABAS Salima	M.A.A	Examineur
SALHI Chahrazed	M.A.A	Examineur
SALAH Boualem	Professeur	Promoteur

Session septembre 2019

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail en signe de grande
reconnaissance et respect à :*

*Mes très chères parentes pour leur soutien,
encouragement, amour inconditionnel et confiance
tout au long de mon cursus d'étudiant.*

Mes petits frères adorés Nizar et Seif

Mes oncles et tantes.

Mes amis de Tlemcen et l'ENSH.

Mes amis d'enfance .

Remerciements

Avant tout, je remercie DIEU qui ma guider et qui m'a armé de courage et patience pour mener à bien mes études.

Je remercie fortement mon promoteur :

Mr SALAH Boualem de m'avoir orienté par ses conseils avisés dans le but de mener à bien ce travail, et l'effort fournie pour réaliser cette modeste étude.

Ainsi Mes remerciements vont également à :

- Tous les enseignants qui ont contribué à ma formation.
- Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail
- Le corps d'enseignants et les étudiants de l'ENSH
- Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.

ملخص:

في الوقت الحاضر أصبحت معالجة مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية حتمية بسبب التلوث البيئي للبيئة وانتشار الأمراض، تركز هذه الدراسة على انجاز شبكة إخلاء و صرف صحي بطريقة تقنية واقتصادية. لتصريف المياه المستعملة و نقلها من تجمعات بوخيلة شمال غرب مدينة العلمة بولاية سطيف إلى محطة المعالجة وبالتالي تجنب التصريف غير المشروع إلى اودية المنطقة.
المصطلحات: صرف, تقنية, شبكة, التلوث, معالجة

Résumé :

De nos jours l'épuration des eaux usées urbaines est devenue impératif à cause de la pollution alarmante de l'environnement et la propagation de maladies, cette étude se focalise sur la réalisation technico-économique d'un réseau d'assainissement d'évacuation et transport des rejets d'eaux usées de l'agglomération Boukhbla nord-ouest de la ville d'EL Eulma wilaya de Sétif jusqu'à la station d'épuration évitant ainsi les rejets illicites vers les oued de la région.

Mots clés : épuration, pollution, réseau, assainissement, évacuation.

Abstract :

Nowadays, the purification of urban sewage waters has become imperative because of the environmental pollution and the spread of diseases. Relevant to this, this study focuses on the technical and economic realization of an evacuation sanitation network to transport wastewater discharges from the agglomeration Boukhbla northwest the town of El Eulma wilaya of Setif to the treatment plant; thus avoiding illicit discharges to the wadis of the region.

Key words: purification, pollution, network, sanitation, evacuation.

Table des matières

-Introduction générale	1
-------------------------------------	----------

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

I.1 Situation Géographique.....	3
I.2. Géomorphologie	4
I.2.1. Topographie et Relief.....	4
I.2.2. Géologie.....	4
I.3 Situation Climatique... ..	6
I.3.1 Précipitations.....	6
I.3.2 Température	6
I.3.3 Gelée	7
I.3.4 Les vents... ..	7
I.4 Situation Hydrographique... ..	7
I.5 Situation Hydraulique	8
I.5.1 Ressources disponibles... ..	8
I.6 Présentation de la station d'épuration de BAZER SAKHRA.....	8
Conclusion.....	9

Chapitre II : Etude Hydrologique

Introduction... ..	11
II.1 Les averses.....	11
II.2 Les petites pluies.....	11
II.3 Période de retour.....	11
II.4 Temps de concentration.....	11
II.5 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation.....	11

II.5.1 Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement ...	12
II.6. Ajustement statistique.....	15
II.6.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel.....	17
II.6.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi Log-Normale ou Galton.....	22
II.7. Comparaison entre les lois d'ajustement	26
II.7.1 Application du test sur la loi de GUMBEL.....	27
II.7.2 Application du test sur la loi de Galton... ..	28
II.8 Analyse des averses	28
II.8.1 L'intensité moyenne maximale des précipitations	29
Conclusion.....	30

CHAPITRE III : Calcul de Base

Introduction.....	34
III.1. Système d'évacuation du réseau d'assainissement.....	34
III.1.1 Système unitaire	34
III.1.2 Système séparatif.....	35
III.1.3 Système pseudo-séparatif.....	35
III.2. Choix du schéma de réseau d'évacuation.....	35
III.2.1 Schémas d'évacuation.....	35
III.3. Découpage de l'aire d'étude en sous-bassins.....	36
III.3.1 Principes du tracé des collecteurs.....	37
III.3.2 Evaluation du coefficient de ruissellement	37
III.3.3 Coefficient de ruissellement pondéré.....	38
III.4 Calcul de la population de chaque sous-bassin	39
Conclusion.....	41

CHAPITRE IV : Estimation des débits

Introduction	43
IV.1 Origine et nature des eaux usées	43
IV.1.1 Les eaux pluviales	43
IV.1.2 Les eaux usées domestiques	43
IV.1.3 Les eaux usées du service public	43
IV.1.4 Les eaux usées industrielles	44
IV.1.5 Les eaux parasites	44
IV.2 Estimation débits d'eaux usées domestiques à évacuer	44
IV.2.1 Estimation du débit moyen journalier rejeté	44
IV.2.2 Estimation du débit de pointe d'eau usée	44
IV.3 Estimation débits d'eaux pluviales	46
IV.3.1 Principe de la méthode rationnelle	46
IV.3.2 Hypothèses et validité de la méthode rationnelle	47
IV.3.3 Calcul du temps de concentration	47
IV.3.4 Coefficient réducteur (d'abattement spatial) α	48
IV.3.5 Calcul des débits pluviaux	48
IV.4 Estimation des débits totaux à évacuer	49
Conclusion	49

CHAPITRE V : Calcul Hydraulique

Introduction	51
V.1. Conditions d'écoulement et dimensionnement	51
V.2. Mode de calcul	51
Conclusion	57

CHAPITRE VI : Ouvrages Annexes

Introduction	59
VI.1 Les ouvrages principaux	59
VI.1.1 Les canalisations	59
VI.1.2 Choix du type de canalisation	64
VI.1.3 Les joints des conduites en bétons armé	65
VI.2 Les ouvrages Annexes	66
VI.2.1 Les branchements	66
VI.2.2 Les caniveaux	66
VI.2.3 Bouches d'égout	66
VI.2.4 Les Regards	67
VI.3 Les ouvrages spéciaux	69
VI.3.1 Déversoirs d'orage	69
VI.4 Dimensionnement de la station de refoulement	74
VI.4.1 Choix du matériau	74
VI.4.2 Détermination du diamètre	75
VI.5 Dimensionnement des pompes pour la station de refoulement	82
VI.5.1 Données de base initiales	82
VI.5.2 Equipements du poste de relevage (Pounis, 1988)	82
VI.5.3 Détermination du volume de la bache d'eau	83
VI.5.4 Détermination de la hauteur manométrique totale	83
VI.5.5 Choix des pompes	84
VI.5.6 Equipement en amont	90
VI.5.7 Armoire électrique	96

Conclusion.....	98
-----------------	----

CHAPITRE VII : Organisation de chantier

Introduction.....	99
VII.1 Emplacement des canalisations.....	99
VII.2 Exécution des travaux.....	99
VII.3 Manutention et stockage des conduites.....	100
VII.3.1 Chargement et transport.....	100
VII.3.2 Stockage.....	100
VII.3.3 Décapage.....	101
VII.4 Implantation des regards et des axes des tranchées.....	101
VII.5 Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards.....	102
VII.6 Aménagement du lit de sable.....	103
VII.7 Mise en place des canalisations.....	103
VII.8 Assemblage des conduites.....	104
VII.9 Remblaiement et compactage des tranchées.....	104
VII.9.1 Les chargeurs.....	105
VII.9.2 Le rouleau lisse.....	106
VII.10 Construction des regards.....	107
VII.11 Devis quantitatif et estimatif.....	108
VII.12 Planification des travaux.....	110
VII.12.1 Techniques de la planification.....	110
VII.12.2 Méthodes basées sur le réseau.....	110
VII.12.3 Les étapes de la planification.....	111
VII.12.4 Dimensions du projet.....	113

Conclusion.....	114
-Conclusion générale	116
Références bibliographiques	117
-Annexes	

Liste des figures :

Figure I-1 : Situation géographique de la ville d'el Eulma	03
Figure I-2 : Topographie de la zone d'étude	04
Figure II-1 : Test d'ajustement à la loi de Gumbel.....	23
Figure II-2 : Test d'ajustement à la loi Log-Normale... ..	26
Figure II-3 : test du Khi 2 sur la loi Gumbel avec Hyfran... ..	29
Figure II-4 : test du Khi 2 sur la loi Gumbel avec Hyfran... ..	30
Figure VI-1 : Conduite en béton... ..	60
Figure VI-2 : Conduite en béton armé... ..	60
Figure VI-3 : Conduite en fibre-ciment.....	61
Figure VI-4 : Conduite en grés.....	61
Figure VI-5 : Conduite en PVC... ..	62
Figure VI-6 : conduite en fonte.....	63
Figure VI-7 : Conduite en PEHD.....	63
Figure VI-8 : Joint Rocla.....	65
Figure VI-9 : Joint Collet.....	65
Figure VI-10 : Exemple d'un branchement simple.....	66
Figure VI-11 : Exemple d'une bouche d'égout sans décantation... ..	67
Figure VI-12 : Schéma de principe du déversoir d'orage	69
Figure VI-13 : Déversoir à seuil frontal... ..	71
Figure VI-14 : Déversoir à seuil latéral.....	71
Figure VI-15 : Déversoir à double seuil latéral.....	72
Figure VI-16 : Courbe d'optimisation... ..	81
Figure VI-17 : Courbes caractéristiques des pompes.....	86
Figure VI-18 : Schéma de la pompe	87
Figure VI-19 : matériaux du corps de la pompe	88
Figure VI-20 : Schéma d'installation des équipements hydrauliques.....	90
Figure VI-21 : Panier dégrilleur.....	91
Figure VI-22 : Clapet anti-retour a double battant entre brides	92
Figure VI-23 : Vanne guillotine DN500... ..	92

Figure VI-24 : Schéma de réservoir anti bélier	93
Figure VII-1 : Stockage de collecteurs	101
Figure VII-2 : décapage par bulldozer	101
Figure VII- 3 : Tranchée par pelle rétro	103
Figure VII-4 : mise en place des canalisations ..	104
Figure VII-5 : différentes couches de remblaiement de conduite	105
Figure VII-6 : Chargeur sur pneus ..	106
Figure VII-7 : Rouleau lisse	107
Figure VII-8 : Réseau a nœud des opérations du projet ..	115

Liste des tableaux :

Tableau I-1 : Précipitations moyennes mensuelles de la période (2009-2010).....	06
Tableau I-2 : Températures moyennes mensuelles de la période (2009-2010).....	06
Tableau I-3 : Gelée annuelle de la période (2009-2010)	07
Tableau I-4 : Ressources mobilisées des différents points d'eau... ..	08
Tableau I-5 : Fiche technique détaillée de la station d'épuration de Bazer Sakhra	09
Tableau II-1 : Série pluviométrique (1974-2010) station BIR EL ARCH... ..	13
Tableau II-2 : Résultats du test de WILCOXON.....	16
Tableau II-3 : Récapitulatifs des caractéristiques statistiques... ..	17
Tableau II-4 : Résultats de l'ajustement par la loi de Gumbel... ..	22
Tableau II-5 : Quantiles de la loi Gumbel par logiciel Hyfran.....	23
Tableau II-6 : Test d'ajustement par la loi Galton	25
Tableau II-7 : Quantiles de la loi Log-Normale pour différentes périodes de retour... ..	27
Tableau III-1 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon la nature de surface	38
Tableau III-2 : Détermination du coefficient de ruissellement pondéré	39
Tableau III-3 : Détermination des densités partielles de chaque sous-bassin... ..	41
Tableau IV-1 : Calcul des débits d'eaux usées... ..	45
Tableau IV-2 : Calcul des débits pluviaux.....	48
Tableau IV-3 : Calcul des débits totaux à évacuer... ..	49
Tableau V-1 : Calcul hydraulique du réseau d'assainissement de la cité Boukhbla.....	54
Tableau V-2 : Calcul hydraulique de collecter principale 1... ..	55
Tableau V.3 : Calcul hydraulique du collecter principale 2(intercepteur vers la STEP	56
Tableau VI.1 : Dimensionnement des regards.....	68
Tableau VI.2 : Prix et dimensions conduites PEHD PN 06.....	78
Tableau VI.3 : Calcul de la HMT de la station de refoulement.....	78
Tableau VI-4 : Calcul de la HMT de la station de refoulement	79
Tableaux VI.5 : Calcul des frais d'exploitation de la station de refoulement.....	79
Tableaux VI-6 : Calcul des frais de pose de la station de refoulement.....	80
Tableaux VI.7 : Calcul des frais d'investissement... ..	80
Tableaux VI.8 : Calcul du bilan des frais... ..	80
Tableaux VI.9 : Caractéristiques pompes selon la variante du nombre.....	85
Tableau VI.10 : Coefficient de correction en fonction de la puissance de la pompe.....	90

Tableaux VI.11 : Récapitulatif des paramètres.....	95
Tableau VII.1 : Devis estimatif et quantitatif.....	109
Tableau VII.2 : Opérations et leurs temps de réalisations.....	114

Liste des Planches :

Planche I : Plan de masse et réseau d'assainissement projeté.

Planche II : Profil en long Collecteur principal -2-.

Planche III : Profil en long du Collecteur principale -1-

Planche IV : Profil en long de la conduite de refoulement.

Planche V : Plan des ouvrages annexes.

Introduction générale

De nos jours, les nouvelles extensions des villes posent d'énormes contraintes, celles –ci restent entre autres étroitement corrélées à la santé publique, de nombreuses maladies en relation avec l'environnement et surtout celle en rapport avec l'eau se propagent rapidement.

Dans le souci de vivre dans un environnement sain, l'évacuation des eaux usées suivant des planifications rigoureuses demeure inévitable. C'est dans cette optique que notre étude se porte. Cette dernière se focalise sur l'assainissement de la zone Nord-Ouest de la ville d'Eulma, ayant pour majeur soucis le dimensionnement du réseau de la cité BOUKHABLA et le transport de ses rejets vers La station d'épuration de BAZER SAKHRA qui est située au sud de la ville pour résoudre le problème du rejet sans traitement dans Oued Sareg.

Pour remédier à ce problème, un collecteur émissaire a été dimensionné dans le but de recueillir tous les rejets estimés vers la station d'épuration.

Afin de pouvoir aboutir aux objectifs sus cités, notre travail sera articulé comme suit :

Le premier chapitre consistera en une présentation de la zone d'étude avec toutes ses propriétés climatiques, physiographiques et hydro morphométriques. Le second chapitre fera l'objet de l'étude hydrologique afin de déterminer l'intensité des pluies maximale. Le troisième chapitre sera porté sur le calcul de différents paramètres de base comme les coefficients de ruissellements, découpage et monographie de la zone. Le quatrième chapitre présentera les débits d'eaux rejetées estimées. Le cinquième chapitre portera sur le calcul hydraulique et dimensionnement du réseau d'évacuation en tenant compte des contraintes de la région. Le sixième chapitre portera sur la projection et dimensionnement des ouvrages annexes. Pour finir le dernier chapitre comprendra l'organisation et le planning des travaux à réaliser et le devis estimatif et quantitatif.

CHAPITRE I :

-Présentation de la zone d'étude-

CHAPITRE I

-Présentation de la zone d'étude-

I.1 Situation Géographique :

Anciennement connue sous le nom de Saint-Arnaud, El-Eulma est, à la fois, Daïra et commune de la wilaya de Sétif, située à 27 km à l'Est du chef-lieu de la wilaya et à 97 km à l'Ouest de Constantine. Elle est la deuxième importante agglomération de la wilaya en termes de population, de superficie et d'activité économique.

C'est en 1996 qu'El-Eulma fut promue au rang de Daïra, comportant trois communes à savoir : El-Eulma, Bazer-Sakra et Guelta-Zerga. En 2008, elle couvrait une superficie de 366,31 km² pour une population de 180 368 habitants

(BITOUT Fatima,2010).

La commune d'EL-EULMA s'étend sur une superficie de 74.4 km². Elle est limitée par :

- La commune d'Ouled Sabor à l'Ouest.
- La commune de Bir El-Arch à l'Est.
- La commune de Guelta-Zergua au Nord.
- La commune de Bazer-Sakra au Sud.

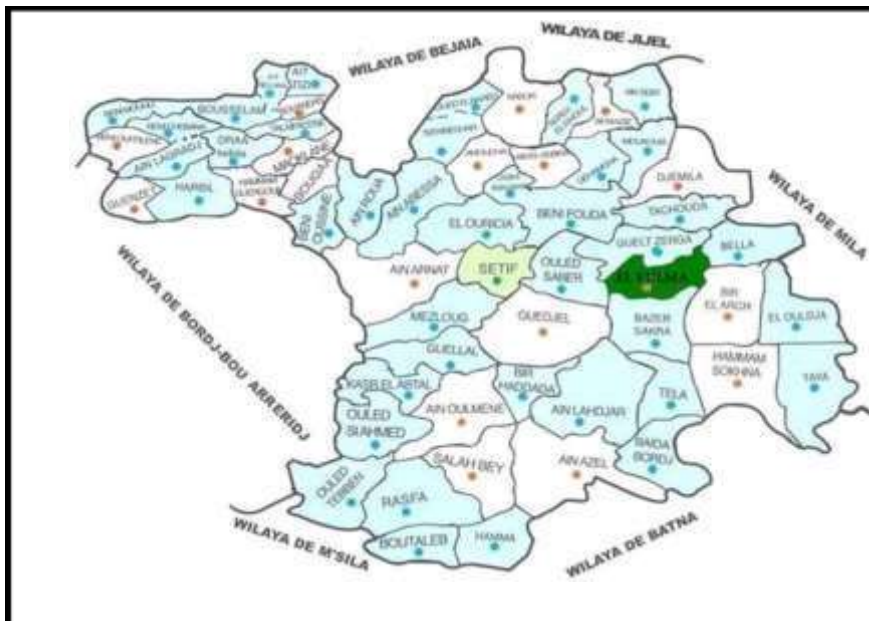


Figure I-1 situation géographique de la ville d'El Eulma

Source : mémoire fin d'étude (Chahinez AOUMER),2013)

I.2. Géomorphologie :

I.2.1. Topographie et Relief :

La zone d'étude se présente comme une immense surface plane, Les principales caractéristiques qui se dégagent de l'analyse des éléments de cette partie d'étude sont:

- L'altitude moyenne est de 950m ;
- Les déclivités sont en général toutes situées dans la catégorie de 2% à 5%, parfois, elles dépassent les 5% au Nord.

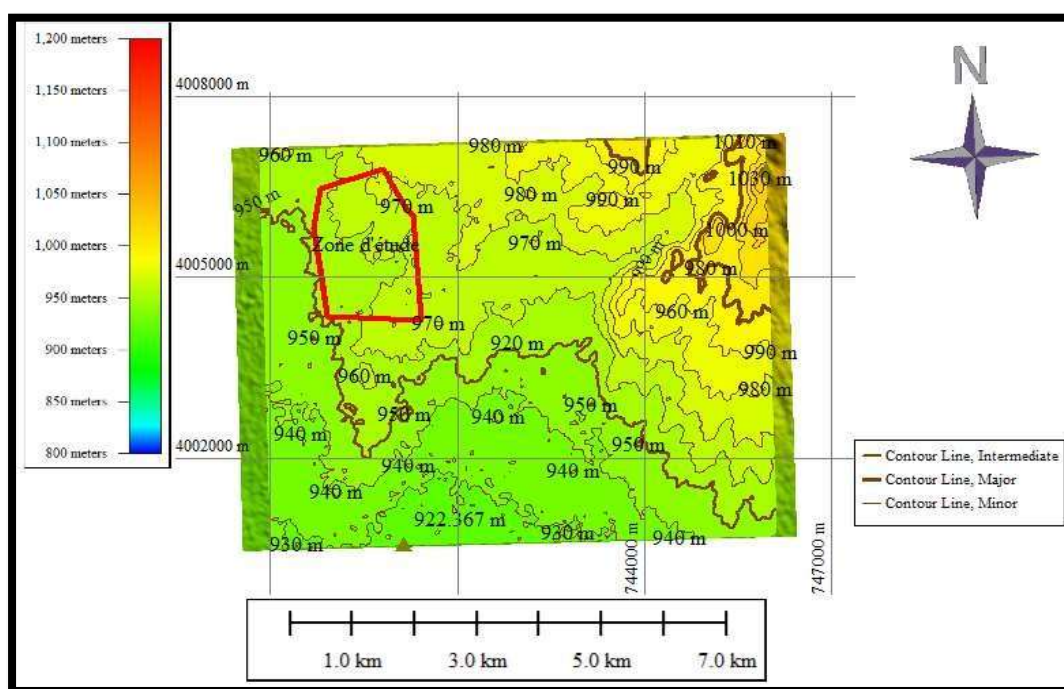


Figure I-3 Topographie de la zone d'étude

Source : réalisée avec Global Mapper

I.2.2. Géologie :

La bonne connaissance de la géologie de la zone d'étude est très importante. Cela concerne surtout la lithologie, la pétrographie et le pendage des couches qui peuvent être la cause des phénomènes des affaissements, des glissements de terrains ou autres phénomènes néfastes pour la stabilité des futurs projets de construction.

Dans ce contexte nous présentons la litho stratigraphie et les structures des domaines de région de l'étude : Pour bien éclaircir notre situation géologique, on présente la carte géologique (annexe I).

Villafranchien :

Le villafranchien est composé de calcaires lacustres, sols à croûtes, ailloutis fluviaux.

Ces formations sont caractéristiques des Hautes Plaines Sétifiennes.

Elles sont datées à Ain Bouchent et Ain Hanech au Nord de la ville d'El Eulma dans des conglomérats situés sous les calcaires, par des restes abondants de vertébrés.

On distingue :

- Un Villafranchien inférieur avec *Anancus osiris*, *Eléphas africanus*, *Hippopotamus major*.
- Un Villafranchien supérieur avec *Libytherium* sp.

Ces niveaux sont ravinés par des argiles rouges, puis dessus on a des marnes (rouges.) jaunes plastiques qui surmontent en légère discordance les calcaires lacustres. On a une épaisseur de l'ordre de 10 à 15 mètres.

Le long des tranchées routières et de la voie ferrée Alger-Constantine, on observe une zonation avec à la base un horizon tuffacé calcaire précédant une croûte calcaire qui a parfois à 3 mètres d'épaisseur. Cette zonation atteignant parfois une puissance de l'ordre de 10 mètres.

On note une déformation des croûtes Villafranchiennes (accident Quaternaire) entre la Koudiat Dourdour et la terminaison Nord du Djebel Tella.

Glacis polygéniques nappant les reliefs :

On note un glacis ancien encroûté constitué de ailloutis roulés de teinte brun rougeâtre à morphologie typique de glacis, visible uniquement aux environs d'Ain Lahdjar (d'âge Amirien). Les glacis polygéniques nappant les reliefs constituent la forme de relief caractéristique des Hautes Plaines Sétifiennes. Près des plaines, les glacis présentent des pentes faibles, qui augmentent vers le Djebel et butant sur une rupture de pente (knik). Ils sont recouverts d'un matériel élastique, très fragmenté vers le bas devenant plus anguleux et plus grossier au voisinage du knik. Les traces d'encroûtement sont très fréquentes en profondeur et datées Tensiftien..

Terres arables, formations de pente, alluvions anciennes et Quaternaire indéterminé :

Les terres arables sont déposées sur des placages limoneux et supportent un sol brun ou calcaire. Ils ont un intérêt économique, car ce sont les seules surfaces qui permettent une culture extensive.

Alluvions actuelles et récentes :

Ce sont des sables, des limons, des graviers et des cailloutis. Ces formations ne sont développées que le long des Oueds.

Sols de sebkhas, chotts :

Ce sont des vases salées qui garnissent la Sebkhat El Hamièt, le chott El Frain et le Chott El Beida. Ces vases sont périodiquement inondables surtout pendant la saison

des pluies et recouvertes par des croûtes salines pendant la saison sèche.
La végétation est réduite à de rares touffes de salsolacées. La récolte de sel purement artisanale n'est pratiquée qu'à la périphérie du chott El Frain.

Sols salés non inondables :

Ce sont des limons salés à végétation typique d'halophyte correspondant à des sols hydromorphes incultes.

Formations dunaires (lunettes) :

ce sont des amas éolisés de sables calcaireux et de poussières limoneuses mêlés à des débris coquilliers (Gastéropodes) ou végétaux qui témoignent d'une époque d'aridité plus marquée.

En conclusion la géologie d'El-Eulma est composée essentiellement par des affleurements du quaternaire alluvions récentes et anciennes) limon, graviers, terres arables et d'autres affleurements (villa franche, miopliocène et trias exotique ne sont présents que par de faibles surfaces

1.3 Situation Climatique :

Le territoire étudié fait partie du climat méditerranéen à étage bioclimatique semi-aride et sous étage frais (d'après le climatogramme d'Amberger).

1.3.1 Précipitations

Elles peuvent varier en moyenne entre 51,3 et 10,4 mm, avec une période sèche allant de Juillet à Aout.

Les données obtenues auprès de la subdivision de la direction d'hydraulique de la ville d'El-Eulma , donnent les moyennes mensuelles des précipitations de la période (2009-2010) illustrées dans le tableau I.1. Suivant :

Tableau I.1 : Précipitations moyennes mensuelles de la période (2009-2010)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Tuil	Aout
Pluies (mm)	40.1	34	36.9	51.3	41.2	32.6	33	37.5	44.4	22.6	10.4	14.8

Source : DRE Sétif

1.3.2 Température

Elle se caractérise en deux périodes distinctes :

Une période chaude qui s'étend du mois de Mai à Septembre (max. 33°C en Aout)

Une période froide où les gelées sont à craindre allant du mois de Novembre au mois d'Avril.

Les données obtenues auprès de la subdivision de la direction d'hydraulique de la ville d'El-Eulma, donnent les moyennes mensuelles des températures de la période (2009-2010) illustrées dans le tableau I.2.

Tableau I.2 : Températures moyennes mensuelles de la période (2009-2010)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Tuil	Aout
Tmoy (C°)	19.9	14.4	9.5	4.7	3.5	2.8	9.8	12.2	19.7	23.3	27.7	24.5
Tmin (C°)	14	9	4	1	1	1	3	6	9	13	17	17
Tmax (C°)	27	20	14	10	9	11	14	18	22	28	33	32

Source : DRE Sétif

I.3.3 Gelée :

La gelée est due à l'écart très appréciable des températures entre le jour et la nuit. Elle fait son apparition du mois de Novembre au mois de mai. La moyenne annuelle de journées de gelée est de 58 jours [1] comme le montre le tableau I.3.suivant:

Tableau I.3 : Gelée annuelle de la période (2009-2010)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan.	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Jours	0	0	5	12	15	13	8	4	1	0	0	0

Source : DRE Sétif

I.3.4 Les vents :

Il y'a deux principaux vents ; le Gharbi (vent froid) et le Sirocco qui causent l'érosion.

I.4 Situation Hydrographique :

La commune d'EL-EULMA est traversée par quatre oueds qui ne coulent qu'en période hivernale après de fortes chutes de pluie ou de fonte de la neige : Oued Djanba , Oued-Sareg , Oued Guelta-Zerga , Oued Abderehmane. En été, ils sont généralement à sec, mais durant cette période ils deviennent dangereux suite à des crues importantes provoquées par de violents orages. Les eaux de tous ces oueds s'écoulent dans le sens Nord-Sud, vers la Sebka de Bazer [2].

I.5 Situation Hydraulique :

I.5.1 Ressources disponibles :

Les différentes agglomérations de la commune d'El-Eulma sont actuellement alimentées à partir des eaux superficielles et souterraines qui sont mobilisées au niveau des différents champs captant (AOUMER Chahinez,2013, p.6).

Les différentes ressources mobilisées à travers la commune sont représentées dans le tableau I.4. Suivant :

Tableau I.4. : Ressources mobilisées des différents points d'eau

N°	Point d'eau	Nature	Débit disponible		Débit exploité	
			l/s	m ³ /j	l/s	m ³ /j
1	Dehamcha	Source	81	6912	40	3496
2	Ain Sidi-Messaoud	Forage	Non exploité	/	/	/
3	Ain Sidi-Messaoud	Source	Non exploitée	/	/	/
4	Chouaout	Forage	20	1728	20	1728
5	Lekouaresse	Forage	06	518.40	06	518.40
6	Djermane	Forage	10	864.00	5.42	468.00
7	Stade-Zogar	Forage	03	259.20	03	259.20
8	Ain-Zada	Barrage	80	6912	80	6912.00
Total		/	199	17193.6	154.42	13381.6

Source : DRE Sétif

La commune d'El-Eulma a mobilisé une autre ressource située à Laglatla à l'aide d'un forage avec un débit de 20 l/s soit 1728 m³/j.

I.6. Présentation de la station d'épuration de BAZER SAKHRA :

La station de BAZER SAKHRA est localisée dans le Sud de la ville d'el Eulma à 10 km. Son implantation a eu pour but de lutter contre les différentes formes de maladies à transmission hydrique, au moyen du traitement des eaux usées provenant des localités d'El Eulma et de Bazer-Sakhra.

La station est aussi destinée, précise le même responsable, à la protection de la nappe phréatique qui alimente les populations rurales de la région et qui dessert également une partie des wilayas de Mila et de Sétif.

Les eaux recyclées selon le principe du traitement biologique par boues activées à faible charge, seront, enfin, réutilisées au profit de l'agriculture et de l'industrie.

Les études d'ingénierie et d'exécution, la fourniture et le montage des équipements,

ainsi que les essais de mise en service et la formation ont été confiés à l'entreprise Autrichienne « Vatech Wabag », tandis que l'entreprise algérienne « Hydro-Aménagement » a été choisie pour la réalisation du génie-civil. (DRW-Sétif).

Tableau I-5 -Fiche technique détaillée de la station d'épuration de Bazer Sakhra

Zone	SETIF (EULMA)
Date de mise en service	12/6/2011
Procédé d'épuration	Boue activé
Capacité actuelle à l'horizon (EQ/hab.)	230 000
Volume nominale actuelle à l'horizon (m³/j)	40 000
Volume réel entrant (m³/j)	12 942
Taux de raccordement (%)	96.8
Volume annuel traité (hm³)	4,311
Qualité de l'eau entrante : (mg/l)	
MES	259,5
DBO5	343,5
DCO	739
Qualité de l'eau sortante : (mg/l)	
MES	8,335
DBO5	11,5
DCO	88,5
Boues :	
Production de boues de matière sèche (Tonnes/an)	1868,22
Production de boues de matière sèche (Kg/an)	1868220
Siccité des Boues (%)	54,5
Quantité des boues produites (m³/an)	3420

Source : DRE Sétif

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté la région d'étude de point de vue géographique, topographique, géologique, climatique et hydraulique pour la bonne élaboration de notre projet.

CHAPITRE II :

-Etude Hydrologique-

CHAPITRE II

- Etude Hydrologique -

Introduction :

Ce chapitre comporte l'étude hydrologique. Cette dernière joue un rôle capital dans le domaine de l'ingénierie et des sciences environnementales. Elle concerne aussi bien les mécanismes d'écoulement des eaux dans les systèmes naturels (bassin versant) ou anthropisés (zone industrielle ou urbanisées). Elle permet également de mieux comprendre et simuler le comportement dynamique des eaux dans les zones où elles se répandent et de mieux saisir les impacts des aménagements hydrauliques sur l'environnement.

II-1- Les averses :

Les averses sont des éléments de pluies associées à une même perturbation météorologique. La durée du phénomène continue varie entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures (**Régis BOURRIER,1981**).

Les averses considérées dans les études se caractérisent soit par :

- Une hauteur d'eau importante.
- Une forte intensité par unité de temps.
- Une transformation pluie brute/pluie nette générant le débit.
- Une érosion ou un apport de pollution liés au ruissellement.

II-2- Les petites pluies

Représentent les précipitations comprises entre les bruines (hauteur d'eau tombée très faible ne provoquant pas de ruissellement) et les averses orageuses. Il faut une hauteur d'eau supérieure à 0.5 mm pour provoquer le ruissellement et une hauteur d'eau supérieure à 1 mm pour obtenir des débits dans les réseaux. (**Régis BOURRIER,1981**)

II-3- Période de retour :

Elle est définie comme étant le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester, elle est déterminée suite à une étude technico-économique basée sur un compromis entre le coût de construction du réseau et celui de son entretien.

Pour les projets d'assainissement, dans les zones fortement urbanisées, le concepteur n'hésitera pas à dimensionner les collecteurs principaux en vue de déterminer les débits maximums de période de retour de 20 ans, voir 50 ans. En Algérie, nous optons généralement pour une période de retour décennale ($T=10$ ans). (**Régis BOURRIER,1981**)

II-4- Temps de concentration :

Le temps de concentration des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier. (**Bénina TOUAIBIA,2004**)

II-5- Détermination de l'intensité moyenne de précipitation :

'L'analyse de cette intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout, des systèmes de drainage et des aménagements antiérosifs. A égalité d'intensité, les pluies qui occasionnent le débit maximum en un point du réseau d'écoulement sont celles dont la durée de précipitation est au moins égale au temps de

concentration des eaux.

L'ingénieur chargé d'un projet d'assainissement devra estimer l'intensité moyenne maximale afférente à un intervalle de temps Δt , de différents points du réseau et qui sera atteinte ou dépassée une fois en 10, 20 ou 50 ans." (Bénina TOUAIBIA,2004).

Lors de l'étude des averses, il convient donc de déterminer les valeurs des intensités moyennes maximales pour plusieurs valeurs échelonnées de l'intervalle de référence Δt . L'intensité moyenne se définit par rapport à la hauteur d'eau tombée pendant une durée donnée, soit :

$$Im = \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad \text{(II-1)}$$

Pour le calcul de l'intensité, nous devons :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.
- Calculer les paramètres de la loi choisie.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

(Mohamed BENOUDA,2011)

II-5-1- Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement :

II-5-1-1- Analyse statistiques des données pluviométriques :

En général, l'analyse des données disponible est le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'assainissement, pour que l'événement soit parfaitement localisé dans le temps, il est nécessaire de disposer d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières sur une longue durée. (Régis BOURRIER,1981)

Le relevé, (tableau N° II.1), donne les hauteurs de pluies, ayant donné au moins 6 mm d'eau au cours de la journée, enregistrées à la station pluviométrique de Bir El Arch dont le code 100306, fourni par l'ANRH d'Alger, pour la période d'observation 1974-2010, soit 36 ans.

Les coordonnées Lambert de la station sont :

$$X=782,3 \text{ km} \quad Y=319,1\text{km} \quad Z=952 \text{ m(NGA)}$$

Tableau II-1 :Série pluviométrique (1974-2010) station BIR EL ARCH :

Année	Précipitations (mm)												Max
	Sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Aout	
1974	0	16.7	10.6	18	5.9	27.7	45	13.6	27	23	0	0	45
1975	20.3	33.2	19	6.5	29	55.3	14.4	2.8	14.7	7.3	8	12.5	55.3
1976	13	4	27	8	7.5	25	102	40.5	24	12.5	36	13	102
1977	44	18	9	31	25	9	8	15	30	7	5	0	44
1978	3.5	7.5	16	3.2	35.5	23	15	65	17	0	0	10	65
1979	3	19	22	10.5	13.5	40	15.5	30.5	4.5	15	0	10	40
1980	19	13	14	5.5	25	20.5	53.5	16	24	0	0	0	53.5
1981	14.5	5.5	13.5	55.2	6.6	14.3	31.8	15.8	10.7	14.3	0	19.4	55.2
1982	8.5	11.4	13.3	36.8	43.6	15.7	40.9	17.2	13.7	2.7	0	4.3	43.6
1983	15	24.4	17.3	28.5	14	13.1	9.4	23	11.9	2.8	5.1	14	28.5
1984	9	13	7.5	12.4	31.2	76.1	26	12.2	16.8	8.4	3.2	2.3	76.1
1985	4.8	24.4	3.6	66.8	17.2	13	38.1	32.5	33.5	1.4	3.1	0	66.8
1986	18.4	26	15.6	23.5	11.9	12.7	43.8	16.6	14.8	10.1	3.1	12.3	43.8
1987	64.6	29.7	19.8	34.8	11.4	26.2	29.4	9	27	13.1	11.5	6.5	64.6
1988	5	19.5	25.5	9.1	9.1	9.4	21.6	22.1	13.1	22.6	4.1	0.4	25.5
1989	19.3	1.2	14.1	43.9	22.5	34.3	24	18.7	16.2	18.3	0	8.5	43.9
1990	32.5	20.2	4.2	4	8.6	0	9	29.8	27	13.3	4.1	8	32.5
1991	20.5	3.7	29.5	43.2	8	19	24.4	7	68.4	5.9	3.7	3	68.4
1992	33.6	29.3	11.5	12.4	30.4	12.3	15.1	36	30.1	36.8	13.2	0	36.8
1993	16.8	9.4	13.7	54.7	38.3	20	15.2	6	28.5	22.7	2	6.5	54.7
1994	24.5	2.9	23.4	29	15.3	31	8.1	16.5	2.9	0	0	9.5	31
1995	31.2	25.8	4.6	15.9	42.4	16	26.7	19	1.8	11.3	4	2.1	42.4
1996	17.2	23.2	8.5	18.5	36.1	50.2	18.17	21	39.4	14.6	0.8	15.6	50.2
1997	6.6	18.5	5	27	13.6	7.3	4.6	13.3	13.4	5.8	7.8	12.4	27
1998	14.5	23.8	27	31.2	13.4	19.5	8.5	38.9	18.2	2.6	0	8	38.9
1999	24.9	6.3	58.7	27.2	20.2	25.3	9.3	10.5	2	5.9	0	8.6	58.7
2000	12.3	12.8	8.6	54.1	10.7	11.3	11.6	7.3	23.1	1.8	0.1	9.5	54.1
2001	12.4	9.3	5.7	20.3	37.2	20.3	19.2	15.4	9	0	0	2.5	37.2
2002	14.1	2.3	9.5	5.2	14.7	42	26.6	73.3	3.2	1	11.4	16.5	42
2003	5.6	2.4	47.2	85.3	36	11.6	22.2	62.7	16	5.4	0.6	8.2	85.3
2004	32.3	15.1	5.5	76.6	31.2	11	7.1	19.7	0	3.7	0	2.2	76.6
2005	16.4	17.8	57.3	53.1	13.7	12.7	7.1	19.7	0	3.7	0	2.2	57.3
2006	14	6.6	35.6	40.9	25.2	17.2	7	24.9	37.8	2.8	5.6	5	40.9
2007	14.6	1.9	4.6	22.4	9.7	14.3	43.7	19.6	8.6	5.8	0	0	43.7
2008	27.5	28.2	10.7	21.3	9.1	15.5	27.4	20.7	32.3	1.4	13.7	13.4	32.3
2009	33.5	22	24	21.3	48.2	9.2	16.9	35	7.1	0	12.1	48.7	48.7
2010	9.3	8.8	12	15.2	22.6	6.6	20.4	19	13.2	6	30.4	4.7	22.6

Source : ANRH Alger

II-5-1-2- Test d'homogénéité :

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente.

Toute étude hydrologique nécessite la vérification des données utilisées, alors nous devons nous assurer que notre série pluviométrique est homogène et qu'elle vient de même endroit.

Pour notre cas puisque nous travaillons sur des valeurs de pluies journalières maximales l'effectuation du test n'est pas nécessaire. (Bénina TOUAIBIA,2004)

II-5-2- Les caractéristiques empiriques de l'échantillon :

- La somme des précipitations maximales journalières durant 36 ans d'observation

$$\sum_{i=1}^{N=37} P_i = 1814.8 \text{ mm.} \quad (\text{II.7})$$

- La moyenne des précipitations maximales journalières est calculée par l'équation suivante :

$$P_{maxj} = \frac{\sum_{i=1}^{N=37} P_i}{N} = 49 \text{ mm.} \quad (\text{II.8})$$

N : Le nombre d'années d'observation (N=43) ;

P_{maxj} : Pluie journalière maximale ;

- L'écart-type mesure la dispersion des valeurs étudiées autour de la moyenne. Il est calculé par la formule suivante :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N=43} (P_i - P_{maxj})^2}{N-1}} \quad (\text{II.9})$$

$$\sigma_x = 16,9 \text{ mm}$$

- Le coefficient de variation Cv

$$C_v = \frac{\sigma_x}{P_{maxj}} \quad (\text{II.10})$$

$$C_v = 0.344.$$

- Le coefficient d'asymétrie C_s :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^{N-4} (P_i - \overline{P_{max}})^3}{(N-1) \times (N-2) \times \sigma^3} \quad (\text{II.11})$$

$C_s = 1,01$.

Tableau (II.3) : Récapitulatifs des caractéristiques statistiques

Caractéristiques statistiques	Résultats
Taille de l'échantillon	37
Moyenne	49
Ecart type	16.9
Coefficient de variation	0.344
Coefficient d'asymétrie	1,01

II-6- Ajustement statistique :

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions Homogénéité-Stationnarité sont réunies parmi lesquelles :

- Loi de Fuller ou loi Exponentielle.
- Loi Gamma, Lois de Pearson I et III.
- Loi de Gumbel ou Loi doublement exponentielle.
- Loi de Goodrich.
- Loi de Fréchet.
- Loi de Weibull.

Les critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

Devant un tel problème, les critères de choix pouvant être retenus sont :

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est retenir.
- A qualité égale et nombre de paramètres égal, il faut comparer les estimations des 2 lois.

Si ces estimations sont voisines, il faut retenir la plus simple ; si elles sont nettement différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

Quelle que soit la loi théorique d'ajustement à un échantillon, le procédé de calcul est

toujours le même. Il consiste à :

1. Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant ou décroissant selon que nous travaillons à la fréquence au dépassement ou au non dépassement.
2. Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
3. Calculer la fréquence expérimentale par une formule empirique ;
4. Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon à savoir : moyenne, écart type ou coefficient de variation, coefficient d'asymétrie.
5. Reporter les points sur papier à probabilité approprié à chaque loi.
6. Tracer la droite ou la courbe théorique appropriée.
7. Lire ou calculer la valeur extrême (quantile), c'est-à-dire la valeur correspondante à une probabilité donnée.
8. Tester l'adéquation de la loi d'ajustement.
9. Calculer l'intervalle de confiance en général à 95% sur les caractéristiques empiriques de l'échantillon et sur le ou les valeurs extrêmes.

Les lois d'ajustement les plus utilisées sont celles qui ont le moins de paramètres, parmi lesquelles :

- La loi doublement exponentielle ou loi de Gumbel.
- La loi Log Normale ou loi de Galton ; (**Bénina TOUAIBIA,2004**)

II-6-1- Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :

Cette loi a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$F(x) = e^{e^{-\alpha(x-x_0)}} \quad (\text{II.12})$$

- F(x) : fréquence au dépassement de la valeur de x .
- α, x_0 : coefficient d'ajustement.
- x_0 : le paramètre de position (mode).
- α : le paramètre d'échelle différent de zéro et positif.

Par un changement de variable $y = \alpha(x - x_0)$; la loi de Gumbel s'écrit :

$$F(x) = e^{e^{-y}} \quad (\text{II.13})$$

$y = \alpha(x - x_0)$: est la variable réduite de Gumbel.

(Bénina TOUAIBIA, 2004).

II-6-1-1- procédé d'ajustement :

- Classer les valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre.
- Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de HAZEN qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{N} \quad (\text{II.14})$$

m : Rang de précipitation.

N : Taille de la série.

- Calculer les caractéristiques empiriques de la série.
- Calculer la variable de Gumbel pour chaque valeur observée.

$$y = -[\text{Ln}(-\text{Ln} F(x))] \quad (\text{II.15})$$

- Reporter les valeurs observées sur papier Gumbel.
- Calculer le coefficient de corrélation entre les valeurs observées et la variable de Gumbel dont la formule générale est :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{II.16})$$

\bar{x} et \bar{y} sont respectivement les moyennes arithmétiques des variables x et y.

- Calculer les paramètres d'ajustement $1/\alpha$ et x_0 ; sachant que $1/\alpha$ est la pente de la droite et x_0 , l'ordonnée à l'origine.
- Tracer la droite de régression sur papier Gumbel.
- Calculer l'intervalle de confiance.

(Bénina TOUAIBIA, 2004).

II-6-1-2- Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de Gumbel :

Nous devons d'abord obtenir l'équation de la droite de Gumbel La droite de Gumbel est donnée par la formule :

$$x = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0 \quad (\text{II.17})$$

$$\frac{1}{\alpha} = \left(\frac{\sqrt{6}}{\pi}\right) \sigma_x \quad (\text{II.18})$$

- $1/\alpha$: la pente de la droite de Gumbel.
- x_0 : Représente l'ordonnée à l'origine (le mode).

$$x_0 = \bar{x} - \frac{1}{\alpha} \bar{y} \quad (\text{II.19})$$

- y : la variable de Gumbel.
- \bar{y} : moyenne de la variable de Gumbel.

Nous calculons le coefficient de variation de la loi :

$$C_v = \frac{\sigma_y}{\bar{y}} \quad (\text{II.21})$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N=43} (y_i - \bar{y})^2}{N}} \quad (\text{II.22})$$

Donc nous obtiendrons la droite de régression sous la forme :

$$X = 1/\alpha * y + x_0 \text{ (avec les valeurs trouvées)}$$

$$D'où : P_{maxj}(p\%) = 1/\alpha * y + x_0$$

(Bénina TOUAIBIA, 2004)

II-6-1-3-Calcul de l'intervalle de confiance :

Nous déterminons les limites de confiance X1 et X2, de telle sorte que : Pour un quantile de Prob $\{X1 \leq u \leq X2\}$ (Bénina TOUAIBIA, 2004, p.72).

Pour un quantile X_p de probabilité p :

$$X_p - Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} * \frac{\sigma_x}{\sqrt{2N}} * \sqrt{2 + Z_p^2} \leq X_p \leq X_p + Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} * \frac{\sigma_x}{\sqrt{2N}} * \sqrt{2 + Z_p^2}$$

Avec $Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} = 1.96$.

- Nous calculons la variable réduite.
- Nous déduisons l'intervalle de confiance et donc l'intervalle de confiance du quantile.
- Les Résultats de l'ajustement de Gumbel (Méthode des Moments) et les quantiles de la loi sont présentés si suit à l'aide du logiciel (Hydrolab) et le logiciel Hyfran dans le tableau (II.4) et tableau (II.5) suivants :

Tableau (II.4) : Résultats de l'ajustement par la loi de Gumbel :

Taille n= 37 xo= 41.45
 g= 13.16 I.C. (%)= 95 U Gauss= 1.9604

Valeurs de	Valeurs	Ordre de	Fréquence	Variable	Valeur	Valeur	Borne	Borne
Départ	Classées	Classement	Expérimentale	Réduite	Expérimentale	Théorique	Inférieure	Supérieure
45.000	22.600	1	0.014	-1.460	22.60	22.24	11.25	28.56
55.300	25.500	2	0.041	-1.165	25.50	26.12	16.77	31.80
102.000	27.000	3	0.068	-0.991	27.00	28.40	19.96	33.78
44.000	28.500	4	0.095	-0.858	28.50	30.16	22.36	35.33
65.000	31.000	5	0.122	-0.745	31.00	31.64	24.36	36.68
40.000	32.300	6	0.149	-0.645	32.30	32.96	26.11	37.91
53.500	32.500	7	0.176	-0.553	32.50	34.17	27.68	39.07
55.200	36.800	8	0.203	-0.468	36.80	35.30	29.12	40.18
43.600	37.200	9	0.230	-0.386	37.20	36.37	30.47	41.26
28.500	38.900	10	0.257	-0.307	38.90	37.41	31.74	42.33
76.100	40.000	11	0.284	-0.231	40.00	38.42	32.94	43.40
66.800	40.900	12	0.311	-0.156	40.90	39.40	34.10	44.47
43.800	42.000	13	0.338	-0.082	42.00	40.38	35.21	45.56
64.600	42.400	14	0.365	-0.008	42.40	41.35	36.29	46.66
25.500	43.600	15	0.392	0.065	43.60	42.31	37.35	47.80
43.900	43.700	16	0.419	0.139	43.70	43.29	38.38	48.96
32.500	43.800	17	0.446	0.214	43.80	44.27	39.40	50.16
68.400	43.900	18	0.473	0.289	43.90	45.26	40.40	51.40
36.800	44.000	19	0.500	0.367	44.00	46.28	41.41	52.69
54.700	45.000	20	0.527	0.446	45.00	47.32	42.41	54.03
31.000	48.700	21	0.554	0.527	48.70	48.39	43.42	55.44
42.400	50.200	22	0.581	0.611	50.20	49.49	44.45	56.91
50.200	53.500	23	0.608	0.698	53.50	50.65	45.49	58.47
27.000	54.100	24	0.635	0.790	54.10	51.85	46.56	60.12
38.900	54.700	25	0.662	0.886	54.70	53.12	47.67	61.87
58.700	55.200	26	0.689	0.988	55.20	54.46	48.83	63.75
54.100	55.300	27	0.716	1.097	55.30	55.90	50.04	65.77
37.200	57.300	28	0.743	1.215	57.30	57.45	51.34	67.98
42.000	57.300	29	0.770	1.343	57.30	59.13	52.73	70.40
85.300	58.700	30	0.797	1.485	58.70	61.00	54.25	73.09
57.300	64.600	31	0.824	1.644	64.60	63.10	55.94	76.14
57.300	65.000	32	0.851	1.827	65.00	65.50	57.85	79.65
40.900	66.800	33	0.878	2.043	66.80	68.34	60.09	83.83
43.700	68.400	34	0.905	2.309	68.40	71.85	62.83	89.00
32.300	76.100	35	0.932	2.660	76.10	76.47	66.41	95.86
48.700	85.300	36	0.959	3.185	85.30	83.38	71.72	106.16
22.600	102.000	37	0.986	4.297	102.00	98.02	82.85	128.09

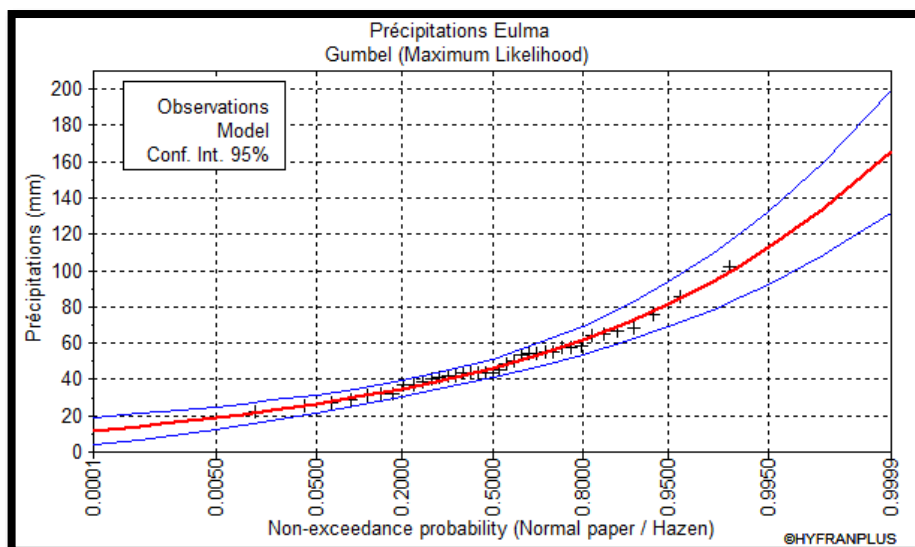


Figure (II.1) : test d'ajustement à la loi de Gumbel

Source : réalisée avec Hyfran

Remarque :

Nous remarquons que d'après le graphique que les valeurs s'ajustent à la loi de Gumbel.

Tableau (II.5) : Quantiles de la loi Gumbel par logiciel Hyfran :

T	q	XT	Écart type	Intervalle de confiance (95%)	
10000	0.9999	165	17.1	132	199
2000	0.9995	144	14.3	116	172
1000	0.999	134	13.1	109	160
200	0.995	113	10.3	92.5	133
100	0.99	103	9.09	85.5	121
50	0.98	93.9	7.9	78.4	109
20	0.95	81.3	6.34	68.9	93.8
10	0.9	71.6	5.17	61.5	81.8
5	0.8	61.5	4.01	53.7	69.4
3	0.6667	53.5	3.19	47.2	59.7
2	0.5	46.3	2.59	41.2	51.4
1.4286	0.3	38.8	2.25	34.4	43.2
1.25	0.2	34.9	2.22	30.6	39.3
1.1111	0.1	30.1	2.35	25.5	34.7
1.0526	0.05	26.6	2.54	21.6	31.5
1.0204	0.02	23	2.8	17.5	28.4
1.0101	0.01	20.8	2.98	14.9	26.6
1.005	0.005	18.9	3.15	12.7	25.1
1.001	0.001	15.3	3.5	8.44	22.2
1.0005	0.0005	14	3.63	6.89	21.1
1.0001	0.0001	11.4	3.91	3.77	19.1

Avec :

- T : période de retour (T=10ans).
- Q : probabilité au non dépassement.
- XT : précipitations maximales journalières.

Donc nous tirons la pluie maximale pour une période de retour de T=10 ans qui est de 71,6 mm.

II-6-2- Ajustement de la série pluviométrique à la loi Log-Normale (Galton) :

La loi de Galton s'appelle également loi log-normale ou loi gaussio-logarithmique car son expression est proche de celle de la loi normale à une anamorphose près de type logarithmique, sur la variable. Nous pouvons, en effet, lui donner la représentation suivante :

(Bénina TOUAIBIA,2004).

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int e^{-\frac{1}{2}u^2} \quad \text{(II.23)}$$

Où :

- x : la variable qui est dans notre cas la pluie maximale journalière.
- u : la variable centrée réduite.

II-6-2-1- procédé d'ajustement :.....

- Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement).
- Calcul de la fréquence expérimentale par formule de Henri.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale.
- Calcul des caractéristiques de la série transformée en $\overline{\ln(\bar{x})} = y$ et $\sigma_{\ln(x)} = \sigma_y$.
- Report des valeurs sur papier gaussio-logarithmique.
- Détermination de la droite de Galton : $\ln(x) = \overline{\ln} + u\sigma_{\ln(x)}$.
- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement.

II-6-2-2- Résultats de l'ajustement par la loi de Galton :

L'ajustement est fait sous logiciel Hydrolab et les résultats des calculs d'ajustement sont illustrés dans le tableau (II.8) suivant :

Tableau (II.6) : Test d'ajustement par la loi Galton

Taille $n=37$
(%) =95

$Moy.log(x-x_0) = 1,79$

Intervalle confiance

$E.T.log(x-x_0) = 0,15$

$U Gauss = 1,96$

Valeurs	Valeurs	Ordre de	Fréquence	Variable	Valeur	Valeur	Borne	Borne
De départ	Classées	Classement	Expérimentale	Réduite	Expérimentale	Théorique	Inférieure	Supérieure
45.000	22.600	1	0.014	-2.212	22.60	22.09	17.16	26.22
55.300	25.500	2	0.041	-1.745	25.50	25.84	20.87	30.00
102.000	27.000	3	0.068	-1.494	27.00	28.11	23.16	32.29
44.000	28.500	4	0.095	-1.313	28.50	29.87	24.95	34.07
65.000	31.000	5	0.122	-1.167	31.00	31.37	26.48	35.61
40.000	32.300	6	0.149	-1.042	32.30	32.72	27.85	36.99
53.500	32.500	7	0.176	-0.932	32.50	33.95	29.11	38.27
55.200	36.800	8	0.203	-0.832	36.80	35.11	30.29	39.48
43.600	37.200	9	0.230	-0.739	37.20	36.22	31.41	40.64
28.500	38.900	10	0.257	-0.653	38.90	37.29	32.49	41.78
76.100	40.000	11	0.284	-0.571	40.00	38.32	33.53	42.89
66.800	40.900	12	0.311	-0.493	40.90	39.34	34.55	44.00
43.800	42.000	13	0.338	-0.418	42.00	40.35	35.55	45.10
64.600	42.400	14	0.365	-0.345	42.40	41.35	36.53	46.21
25.500	43.600	15	0.392	-0.274	43.60	42.35	37.51	47.33
43.900	43.700	16	0.419	-0.204	43.70	43.35	38.48	48.47
32.500	43.800	17	0.446	-0.136	43.80	44.36	39.46	49.63
68.400	43.900	18	0.473	-0.068	43.90	45.39	40.43	50.82
36.800	44.000	19	0.500	0.000	44.00	46.43	41.42	52.05
54.700	45.000	20	0.527	0.068	45.00	47.50	42.42	53.32
31.000	48.700	21	0.554	0.136	48.70	48.59	43.44	54.64
42.400	50.200	22	0.581	0.204	50.20	49.73	44.48	56.02
50.200	53.500	23	0.608	0.274	53.50	50.91	45.55	57.47
27.000	54.100	24	0.635	0.345	54.10	52.14	46.65	59.01
38.900	54.700	25	0.662	0.418	54.70	53.43	47.80	60.65
58.700	55.200	26	0.689	0.493	55.20	54.80	49.00	62.40
54.100	55.300	27	0.716	0.571	55.30	56.25	50.26	64.30
37.200	57.300	28	0.743	0.653	57.30	57.82	51.60	66.36
42.000	57.300	29	0.770	0.739	57.30	59.52	53.04	68.64
85.300	58.700	30	0.797	0.832	58.70	61.40	54.61	71.18
57.300	64.600	31	0.824	0.932	64.60	63.50	56.34	74.06
57.300	65.000	32	0.851	1.042	65.00	65.89	58.29	77.41
40.900	66.800	33	0.878	1.167	66.80	68.71	60.55	81.41
43.700	68.400	34	0.905	1.313	68.40	72.17	63.27	86.40
32.300	76.100	35	0.932	1.494	76.10	76.70	66.77	93.09
48.700	85.300	36	0.959	1.745	85.30	83.43	71.87	103.29
22.600	102.000	37	0.986	2.212	102.00	97.59	82.23	125.65

En utilisant le logiciel Hyfran nous traçons le graphe de la loi Galton avec les valeurs de la série et on tire les quantiles pour différentes périodes de retour

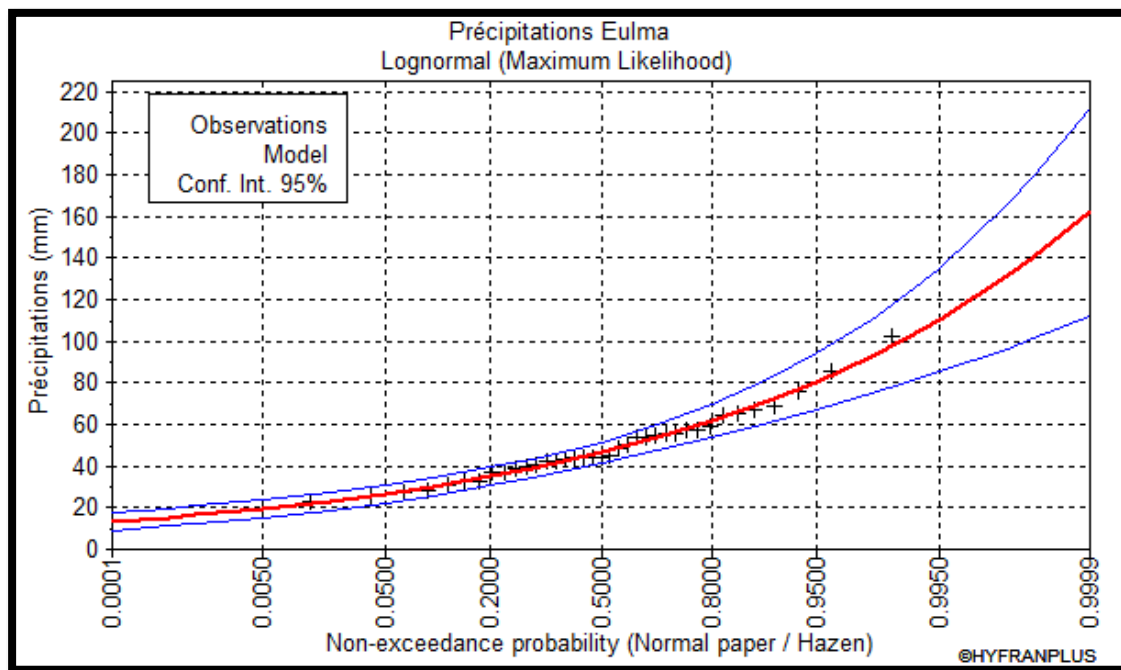


Figure (II.2) : test d'ajustement à la loi Log-Normale

Source : réalisée avec Hyfran

Nous remarquons que les valeurs s'ajustent au graphique de Galton (loi log normale)

En utilisant le logiciel Hyfran on tire les quantiles des différentes périodes de retour .

Tableau (II.7) Quantiles de la loi Log-Normale pour différentes périodes de retour :

T	q	XT	Ecart-Type	Intervalle de confiance 95%	
10000	0.9999	162	25.5	112	212
2000	0.9995	140	19.8	101	179
1000	0.999	131	17.6	96.6	166
200	0.995	110	12.8	85.2	135
100	0.99	101	10.9	80.1	123
50	0.98	92.6	9.1	74.7	110
20	0.95	80.7	6.89	67.2	94.2
10	0.9	71.4	5.36	60.9	81.9
5	0.8	61.6	3.97	53.8	69.4
3	0.6667	53.7	3.1	47.6	59.7
2	0.5	46.4	2.56	41.4	51.5
1.4286	0.3	38.9	2.3	34.4	43.4
1.25	0.2	35	2.26	30.6	39.4
1.1111	0.1	30.2	2.26	25.8	34.6
1.0526	0.05	26.7	2.28	22.2	31.2
1.0204	0.02	23.3	2.29	18.8	27.8
1.0101	0.01	21.3	2.28	16.8	25.7
1.005	0.005	19.5	2.27	15.1	24
1.001	0.001	16.4	2.21	12.1	20.8
1.0005	0.0005	15.4	2.18	11.1	19.6
1.0001	0.0001	13.3	2.09	9.21	17.4

Donc la pluie maximale pour une période de retour de T=10 ans est de 71,4 mm.

II-7- Comparaison entre les lois d'ajustement :

D'après les graphes, notre série pluviométrique s'ajuste bien aux deux lois (GUMBEL et GALTON). Afin de choisir la loi là mieux ajustée à notre série, nous devons effectuer un test d'adéquation de khi-deux, qui nous facilitera la comparaison et le choix entre les deux lois d'ajustement.

Le test nous permet de juger la qualité d'ajustement d'une distribution théorique à une distribution expérimentale.

La démarche de ce test est la suivante :

- Nous divisons l'intervalle de variation en k classes de façon que chacune d'elles contienne

au minimum 5 données expérimentales.

- La classe i est bornée par les valeurs x_{i-1} et x_i (respectivement borne inférieure et borne supérieure).
- Nous déterminons la fréquence absolue observée ou l'effectif de chaque classe : $f_{01}, f_{02} - \dots - f_{0k}$ avec $\sum f_{0i} = N$; N = taille de l'échantillon.
- Nous pouvons obtenir les fréquences théoriques :
 $f_{t1} = N_{p1}, f_{t2} = N_{p2}, \dots \dots \dots f_{tk} = N_{pk}$

Où P_i représente la probabilité que la variable étudiée prenne une valeur appartenant la classe i, c'est à dire que : $P_i = FND_i - FND_{i-1}$ on a aussi : $\sum f_{ti} = N$.

- Pour évaluer l'ampleur de l'écart entre les fréquences absolues observées et les fréquences théoriques obtenues à partir de la loi théorique que nous supposons adéquate, on utilise la quantité : $\chi^2 = \sum \frac{(f_{0i} - f_{ti})^2}{f_{ti}}$ (II.24)

- Une fois le χ^2 relatif à notre échantillon déterminé, nous le comparons au χ^2_{ddla} , donné par la table pour un degré de liberté connu y et une probabilité au dépassement a, seuil de signification.

Deux cas peuvent se présenter :

- Si $\chi^2 < \chi^2_{ddla}$

Nous acceptons l'hypothèse que le phénomène étudié suit la distribution théorique choisie et que les écarts entre les fréquences observées et les fréquences théoriques ne sont pas significatifs.

- Si $\chi^2 > \chi^2_{ddla}$

Nous rejetons l'hypothèse considérée car les écarts sont significatifs, ce qui veut dire que les données expérimentales suivent une loi autre que celle de notre hypothèse, et nous essayons une autre loi d'ajustement. (Bénina TOUAIBIA, 2004).

II-7-1-Application du test sur la loi de GUMBEL :

- Diviser notre série en 9 classes dont chacune d'entre elles contient au moins 5 observations ;
- Déterminer la fréquence expérimentale de chaque classe qui est le nombre d'observations pour chacune d'entre elle.
- Calculer les variables réduites des bornes des classes à l'aide de la droite de GUMBEL déterminée précédemment ainsi que leur probabilité à l'aide de la table de GAUSS.
- Calculer l'ampleur de l'écart entre les fréquences expérimentales et théoriques par la

$$\text{formule : } \chi^2 = \sum \frac{(f_{0i} - f_{t_i})^2}{f_{t_i}} \quad (\text{II.25})$$

L'adéquation a été testée sous logiciel Hyfran et a donné les résultats tels que montrés ci-dessous :

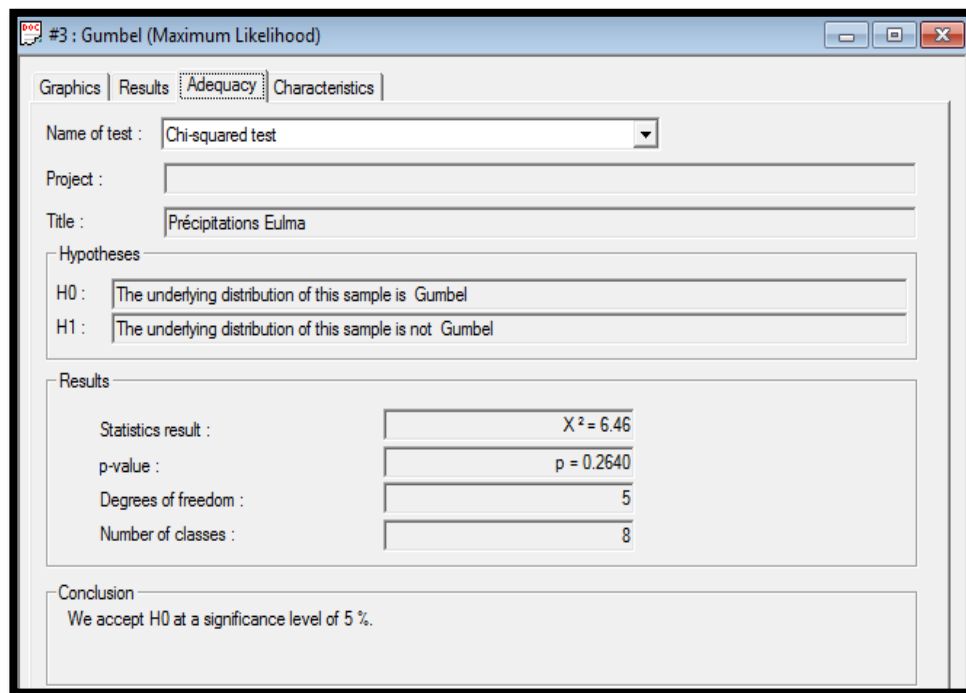


Figure (II.3) : test du Khi 2 sur la loi Gumbel avec Hyfran

Source : Logiciel Hyfran

Nous avons selon la table du khi 2 (annexe I) que $\chi^2_{dlla} = 11,07$ qui est supérieur a $\chi^2=6,46$

Donc l'hypothèse que la distribution de notre échantillon est adéquate à la loi de Gumbel pour un seuil de signifiante de 5%.

II-7-2- Application du test sur la loi de Galton :

Nous suivons la même procédure que celle de la loi de Gumbel, et en utilisant le logiciel Hyfran nous obtenons :

The screenshot shows the Hyfran software interface for a Chi-squared test. The window title is "#4 : Lognormal (Maximum Likelihood)". The interface has tabs for Graphics, Results, Adequacy, Discordance, and Characteristics. The "Results" tab is active. The "Name of test" is set to "Chi-squared test". The "Project" field is empty. The "Title" is "Précipitations Eulma". Under "Hypotheses", H0 is "The underlying distribution of this sample is Lognormal" and H1 is "The underlying distribution of this sample is not Lognormal". The "Results" section shows: Statistics result: $X^2 = 6.03$, p-value: $p = 0.3036$, Degrees of freedom: 5, and Number of classes: 3. The "Conclusion" section states: "We accept H0 at a significance level of 5%".

Figure (II.) : test du Khi 2 sur la loi Gumbel avec Hyfran

Source :Logiciel Hyfran

Nous avons selon la table du khi 2 que $\chi^2_{dlla} = 11,07$ qui est supérieur a $\chi^2=6,03$
Nous concluons donc que l'ajustement selon Galton (Log normale) est aussi vérifié pour un seuil de signifiacnce de 5%.

II-8- Analyse des averses :

Une pluie peut être caractérisée par plusieurs paramètres qui peuvent avoir, au sein de la même pluie, des temps de retour très différents citons notamment :

- La hauteur totale de pluie.
- La durée.
- L'intensité moyenne.
- Les intensités maximales sur des intervalles de temps quelconque.
- La distribution d'intensité instantanée $i(t)$.

II-8-1- L'intensité moyenne maximale des précipitations :

L'intensité moyenne (I_m) c'est la quantité de pluie (ΔP) tombée durant l'unité de temps (Δt).

Celle-ci est exprimée sous la forme suivante :

$$I_m = \frac{\Delta P}{\Delta t} \text{ (mm/min)} \quad (\text{II.26})$$

I_m : intensité de la pluie (mm/min).

ΔP : hauteur de précipitation (mm).

Δt : intervalle de temps en minute.

Intensité horaire (I_h) ; c'est la hauteur de pluie qui serait tombée en une heure pour une intensité moyenne donnée.

$$I_h = I_m \times 60 \text{ (mm/h)} \quad (\text{II.27})$$

II-8-1-1-Calcul de l'intensité de pluie :

Pour calculer l'intensité moyenne de précipitation d'une durée d'averse t et d'une période de retour T , nous utilisons la formule de MONTANARI :

$$I_{t,T} = I_t + \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (\text{II.28})$$

$I_{t,T}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de période de retour.

I_t : Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence donnée ;
:durée de l'averse en heure.

b :exposant climatique de la région $b=0.30$ (selon DHW Sétif)

Pour l'estimation de l'intensité, nous n'admettrons qu'une averse ayant lieu une fois tous les 10 ans durant 15 min.

$$I_{15min,10\%} = I_{24.10\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{I_{24.10\%}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (\text{II.29})$$

D'après la loi de Gumbel :

$$I_{15min,10\%} = \frac{71,6}{24} \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.3-1} = 77, \frac{912}{h} \text{ mm} = \frac{216, 42}{s} \text{ l/h}$$

D'après la loi de Galton :

$$I_{15min,10\%} = \frac{71,4}{24} \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.3-1} = 72, \frac{623}{h} \text{ mm} = \frac{201, 73}{s} \text{ l/h}$$

Conclusion :

L'étude hydrologique représente une étape primordiale dans le dimensionnement des réseaux d'assainissement, elle nous a permis de déterminer l'intensité moyenne des précipitations.

Nous observons que les résultats obtenus par les deux lois d'ajustement (loi de Gumbel et la loi de Galton) sont analytiquement ou graphiquement très rapprochés. Pour le dimensionnement de notre réseau d'assainissement nous allons prendre la valeur obtenue par la loi de Gumbel **216,42 l/s/ha** (77,912 mm/h).

CHAPITRE III :

-Calcul de Base-

CHAPITRE III

- Calcul de Base -

Introduction :

Dans l'étude d'un projet d'assainissement, il est nécessaire de définir tous les paramètres et la méthodologie à suivre. Pour effectuer cette étude, nous procéderons au dimensionnement du réseau de la cité BOUKHABLA pour pouvoir estimer les débits à évacuer vers la station d'épuration d'El Eulma.

Il est indispensable de prendre en considération la surface d'influence et sa pente, ainsi que les systèmes d'évacuation, leurs schémas et les coefficients caractérisant cette surface, pour avoir une meilleure estimation des débits à évacuer dans des conditions d'écoulement favorables afin que le réseau soit dimensionné de manière à assurer l'écoulement de l'eau dans la conduite sans stagnation jusqu'à la station d'épuration.

III-1- Système d'évacuation du réseau d'assainissement :

La projection d'un réseau d'assainissement doit être de façon à assurer l'évacuation adéquate des eaux pluviales tout en évitant toute submersion ou stagnation des zones urbanisées après les averses.

Donc le choix de tel ou tel système, nous devons prendre en considération les objectifs suivants :

- Evacuer le plus rapidement possible les eaux usées urbaines sans surverse vers la station afin de faciliter leur traitement.
- Tenir compte des perspectives de développement de l'agglomération.
- Respecter la qualité des rejets dans le milieu nature.
- Tenir compte des contraintes techniques : topographie, pluviométrie, type d'habitat, imperméabilisation des sols, protection contre les inondations, etc.
- Tenir compte des conditions d'exploitation. **(BENOUDA,2011)**

III-1-1 : Système unitaire :

Système d'assainissement ou les eaux usées ménagères et industrielles et eaux de pluies sont évacuées en commun, ce système nécessite l'implantation de déversoirs afin de pouvoir déverser le surplus de pointes de ruissellement dans le réseau.

Ce système est conseillé pour des zones à terrain non accidenté. Ce système cumule les avantages de l'économie et de la simplicité. Toutefois, il présente plusieurs inconvénients :

•L'eau de pluie peut augmenter de manière très importante, ce qui augmentera le débit parvenant aux stations d'épuration et qui engendrera le dysfonctionnement de cette dernière.

•Le rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées - eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage peut être fortement pollués et dangereux pour l'environnement.

(Boualem SALAH, 2014)

III-1-2 : Système séparatif :

Système d'assainissement formé de deux réseaux distincts, l'un pour les eaux usées, l'autre pour les eaux pluviales. C'est un système usuel depuis les années 1970, le réseau d'eaux usées étant raccordé à la station d'épuration, le réseau d'eaux pluviales déversant généralement directement vers un cours d'eau. **(Boualem SALAH,2014)**

Ce système est valable dans des petites et moyennes agglomérations ou extension des villes, cette solution assure un meilleur fonctionnement des stations d'épuration et garantit une meilleure préservation du milieu nature. Néanmoins il est considéré comme étant un système encombrant et onéreux et les problèmes de branchements incorrectes résultant du raccordement de chaque immeuble à deux conduites différentes. **(Boualem SALAH,2014)**

III-1-3 : Système pseudo-séparatif :

Ce système, est conçue à recevoir d'une part les eaux usées et une fraction des eaux de ruissellement (toitures et espaces privés) dans une conduite et à recevoir d'autre part dans une seconde conduite les eaux de ruissellement transité par le caniveau et les ouvrages.

Il nous permet d'éliminer le problème de faux branchements et de réduire la section des collecteurs traversant la ville, toute fois, il comporte un inconvénient qui réside dans le dysfonctionnement de la STEP vu la variation de la charge polluante en qualité et en quantité. **(Boualem SALAH ,2014)**

Remarque :

Vu que notre agglomération est caractérisée par un encombrement du sol et en tenant compte de l'aspect économique et de la simplicité du système, nous optons pour le système d'évacuation unitaire.

III-2- Choix du schéma de réseau d'évacuation :

Le choix du schéma du réseau d'évacuation à adopter, dépend généralement des conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain, la répartition géographique des habitants à desservir, les conditions économiques (coût et les frais d'investissement et d'entretien), et les conditions d'environnement : nature du rejet et du milieu récepteur. **(Boualem SALAH, 2014).**

III-2-1 Schémas d'évacuation :

Le choix du schéma d'évacuation est choisi selon le système d'évacuation retenu et les contraintes de la zone du projet (topographie, pentes.etc.). Les types de schémas les plus répandus sont :

III-2-1-1 Schéma perpendiculaire :

Ce type de schéma ou l'écoulement se fait directement dans le cours d'eau, ce type de schéma ne permet pas l'évacuation des eaux vers un point unique d'épuration rendant celle-ci difficile. Il est donc utilisable seulement pour les réseaux d'eaux pluviales dans les systèmes séparatifs ; par contre il permet un tracé très économique avec des sections réduites.

(Boualem SALAH,2014)

III-2-1-2 Schéma par déplacement latéral :

Ce type de schéma est préconisé lorsqu'une épuration est nécessaire, les eaux usées sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau. Il nécessite l'installation d'une station de relevage pour régler les problèmes de défaut de pente.

(Boualem SALAH,2014).

III-2-1-3 Schéma par zones étagées :

Ce type de schéma est une multiplication des collecteurs longitudinaux. Le collecteur du haut permet de décharger le collecteur du bas des apports en provenance des bassins dominants de la vallée située en amont de l'agglomération pour ne pas trop charger le réseau.

(Boualem SALAH,2014).

III-2-1-4 Schéma radial :

Ce type de schéma est préconisé en terrain plat ou si le réseau converge sur un ou plusieurs points bas de L'agglomération, nous pouvons relever l'effluent ou le refouler dans des émissaires importants de transport à distance, ces schémas s'appliquent plus particulièrement aux zones uniformément plates. Ils permettent d'affecter artificiellement la pente suffisante aux canalisations pour le transit vers le point de rejet, STEP ou cours d'eau récepteur.

(Boualem SALAH,2014).

Remarque :

En tenant compte de la disposition des voiries et de la topographie de la ville et en vue d'éviter de fortes pentes, le schéma le plus adéquat dans notre cas est le schéma à déplacement latéral.

III-3- Découpage de l'aire d'étude en sous-bassins :

Un bassin versant, ou bassin hydrographique, représente une zone délimitée par des lignes de crêtes, dont les eaux ruisselantes alimentent un exutoire commun. Chaque bassin versant est caractérisé par :

- Une surface.
- Une longueur.
- Une pente.
- Un coefficient de ruissellement ou imperméabilisation.
- Un point d'injection (exutoire du bassin versant).

Le découpage est déterminé principalement par le mode d'occupation des sols qui doit être le plus homogène possible pour chaque bassin versant. Ensuite, la structure du réseau et son sens d'écoulement vont également influencer les limites des bassins versants élémentaires définis. Ainsi le découpage des bassins versants élémentaires a été réalisé à partir des photos aériennes, du plan cadastral, du synoptique des réseaux

de collecte. Dans un bassin, toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement. Le sous-bassin est une section de bassin située de l'amont vers l'aval du bassin. Le découpage des sous-bassins se fait selon :

- La nature des sols.
- La densité des habitations Les courbes de niveaux.
- Les routes et voiries existantes Les pentes et les contre pentes.
- les limites naturelles (oueds, talwegs ...).
- la méthode d'évaluation des débits pluviaux.

(Boualem SALAH,2014).

Remarque :

En ce qui concerne notre ville, le découpage des 69 sous-bassins a été effectué par rapport à ces conditions citées ci-dessus. Après le découpage de ces derniers, leurs surfaces sont évaluées en utilisant le logiciel AUTOCAD et Covadis.

III-3- 1-Principes du tracé des collecteurs :

Les collecteurs de rues doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisation. Les contre-inclinaisons sont à éviter, si possible.

Les égouts collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans de grandes rues larges avec aussi peu de virages que possible. C'est pourquoi les rues à circulation peu intense et situées dans le fond de la vallée sont à préférer.

III -3-2- Evaluation du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau ruisselée et le volume d'eau tombée sur cette aire, sa valeur varie de 0.05 à I, elle dépend de plusieurs facteurs :

- La durée de pluie, et l'humidité de l'air.
- La nature du sol.
- La pente du terrain.
- Le mode d'occupation du sol.
- La densité de la population.

Comme une estimation erronée du coefficient de ruissellement conduit à un sous ou surdimensionnement du réseau. Tous ces facteurs doivent être pris en considération pour la détermination de ce coefficient.

Le coefficient de ruissellement a beaucoup d'influence sur l'estimation des débits pluviaux à évacuer ; c'est pourquoi il peut être modifié lors du calage. La nature des bassins versant est présentée sur le plan ci-joint, elle a fait l'objet de plusieurs réunions de mise au point avec la régie des eaux.

(Boualem SALAH,2014)

Tableau N° III.1 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon la nature de surface

Nature de la surface	Valeur du Cr
Toits en métal, tuile, ardoise	0.90
Chaussée	0.85-0.9
Pavés en pierres, briques avec joints cimentés	0.75-0.85
Pavage en blocages	0.4-0.5
Surfaces goudronnées	0.25-0.6
Chemin en gravier	0.25-0.3
Gare, terrain de sport	0.1-0.3
Parcs, jardins, gazons	0.05-0.25
Forêts	0.01-0.2

Remarque :

Pour le cas de notre projet, le coefficient de ruissellement est estimé en tenant compte de la nature de surface selon le plan de masse et les images satellitaires de la zone d'étude.

III-3-3 Coefficient de ruissellement pondéré :

A partir des coefficients élémentaires et par une surface $\ll A \gg$ dont on découpe en n zones (A_1, A_2, \dots, A_n) auxquelles on affecte les coefficients élémentaires (C_1, C_2, \dots, C_n). A_i et C_i désignent respectivement les aires et les coefficients de ruissellement des zones qui leur correspondent. (Boualem SALAH,2014).

Tableau N° III.2 : Détermination du coefficient de ruissellement pondéré :

N °Sous Bassin	S (ha)	Cr
1	1.49	0.85
2	0.55	0.6
3	0.74	0.7
4	0.65	0.6
5	0.63	0.6
6	0.48	0.6
7	0.55	0.6
8	1	0.7
9	0.6	0.6
10	0.62	0.6
11	0.58	0.6
12	0.68	0.65
13	0.55	0.6
14	1.79	0.43
15	1.09	0.33
16	1.22	0.3
17	1.85	0.62
18	1.45	0.675
19	1.34	0.45
20	0.34	0.3
21	0.31	0.35

Avec :

$$C_{tp} = \frac{\sum A_i \times C_{ri}}{A} \quad \text{(III-1)}$$

A_i : surface élémentaire (ha).

A : surface totale en (ha).

C_{ri} : coefficient de ruissellement partiel.

C_{tp} : coefficient de ruissellement total pondéré i : numéro de sous bassin ($i=1 \dots 21$).

$C_{tp} = 0.57$.

III -4- Calcul de la population de chaque sous-bassin :

Après avoir estimé les coefficients de ruissellement de chaque sous-bassin, nous déterminons le nombre d'habitants y correspondant. Pour cela, il faut calculer la densité partielle et par la suite le nombre d'habitants.

Nous avons la formule suivante :

$$D_i = C_{ri} \cdot P_t / C_{tp} \quad \text{(III-2)}$$

Avec :

Di : densité partielle pour chaque sous-bassin (hab / ha).

Ctp : coefficient de ruissellement total pondéré.

A : surface totale (ha) A=45 ha.

Pt : nombre total d'habitants (hab) à l'horizon de calcul.

Et nous avons :

Lors du recensement de 2008 effectué par l'ONS la population totale de la cité Boukhbla a été estimée à 11184 personnes avec un taux d'accroissement annuel de 3.33%.

Avec :

$$P_n = P_0 \times (T + 1)^n \quad \text{(III-3)}$$

Nombre d'habitants à l'horizon futur.

P0 : Nombre d'habitants à l'année de base 2008 (P0=11157 hab.).

T : taux d'accroissement égale d'après l'ONS à 3.33 % pour notre région.

n : écart d'années entre les deux horizons.

Notre horizon de calcul de 30 ans comme cité précédemment nous aurons donc un nombre d'habitants de 45470 habitants.

Nous procédons par la suite au calcul du nombre d'habitants correspondant à chaque sous bassin par la relation ci-dessous :

$$P_i = d_i \cdot A_i \quad \text{(III-4)}$$

Tableau N° III.3 : Détermination des densités partielles de chaque sous-bassin.

N °Sous Bassin	S (ha)	Cr	Di
1	1.49	0.85	8292
2	0.55	0.6	5853
3	0.74	0.7	6829
4	0.65	0.6	5853
5	0.63	0.6	5853
6	0.48	0.6	5855
7	0.55	0.6	5858
8	1	0.7	6829
9	0.6	0.6	5858
10	0.62	0.6	5850
11	0.58	0.6	5856
12	0.68	0.65	6341
13	0.55	0.6	5859
14	1.79	0.43	4195
15	1.09	0.33	3219
16	1.22	0.3	2927
17	1.85	0.62	6048
18	1.45	0.675	6585
19	1.34	0.45	4390
20	0.34	0.3	2927
21	0.31	0.35	3414

Où :

- Cri : coefficient de ruissellement pour chaque sous-bassin.
- Ai : surface partielle (ha).
- Di : densité partielle (hab./ha).

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons pu choisir le schéma et tracé d'évacuation et aussi effectuer le découpage des sous-bassins selon les différentes caractéristiques de la région nous en avons résulté en un nombre de 21 sous-bassins ou le calcul des coefficients de ruissellement et densité partiels ont été effectués soigneusement pour avoir une bonne estimation des débits à évacuer qui seront calculés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE IV :

-Estimation des débits-

CHAPITRE IV

- Estimation des débits-

Introduction :

Ce chapitre concerne l'estimation des eaux usées et pluviales à évacuer vers la station d'épuration, en utilisant les paramètres de base déjà définis. Nous calculerons d'abord les débits du nouveau réseau de la cité BOUKHABLA pour ensuite effectuer leur transport avec ceux des parties ouest et sud-ouest d'El Eulma vers la station d'épuration (Bazer Sakhra).

IV-1 Origine et nature des eaux usées :

Les eaux usées sont généralement de provenance domestique et industrielle, en plus des eaux de pluies et des infiltrations. Ce sont des catégories d'eaux usées notées respectivement : eaux usées domestiques, déchets industriels, eaux pluviales et eaux parasites.

IV-1-1- Les eaux pluviales :

Les eaux pluviales, comme leur nom l'indique, sont les eaux provenant des précipitations. L'eau de pluie généralement chargée en impuretés par son ruissellement et ses quantités à évacuer, est déterminée en fonction principale de l'intensité pluviométrique et du coefficient de ruissellement des sols de la zone d'étude.

Les eaux pluviales en ruisselant seront chargées en résidus (huiles de vidange carburants, métaux ...etc.)

(Boualem SALAH, 2014)

IV-1-2 Les eaux usées domestiques :

Elles représentent le rejet de l'usage domestique de l'eau. Elles se divisent en eaux ménagères chargées de détergents, solvants et graisses organiques (cuisine, salle de bain) et en eaux vannes (rejets WC) chargées en matières organiques azotées et de germes fécaux.

(Boualem SALAH, 2014)

IV-1-3 Les eaux usées du service public :

Ce sont les eaux de lavage de rues/marchés, des espaces publics recueillis généralement par les ouvrages de collecte des eaux pluviales sauf dans un système d'évacuation unitaire. Ils sont collectés avec les eaux usées dans un même collecteur.

(Boualem SALAH, 2014)

IV-1-4 Les eaux usées industrielles :

Les eaux industrielles ont des caractéristiques variantes selon le type d'industrie. Elles peuvent contenir en plus des matières organiques azotées ou phosphorées, des produits toxiques, des solvants, métaux lourds et même des micropolluants organiques.

(Boualem SALAH, 2014)

IV-1-5 Les eaux parasites :

Les eaux parasites sont des eaux qui s'infiltrent dans le réseau d'assainissement. Elles doivent être mesurées sur le réseau, mais en absence de valeurs mesurées. Il est préconisé de prendre un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

Nous noterons aussi qu'une densité moyenne de 100 habitants par hectare, la ration s'établit entre 16 et 47 m³/an/hab.

(Boualem SALAH, 2014)

Remarque :

Notre projet ne contient pas d'industries. Les eaux usées collectées seront de provenance domestique et publique.

IV-2 Estimation débits d'eaux usées domestiques à évacuer :

Le volume d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération dépend notamment de l'importance et du caractère de la localité à desservir des besoins municipaux, agricoles et industriels des habitants de l'agglomération. La ville d'el EULMA est caractérisée par une consommation moyenne de 150l/j/hab. A l'égard des pertes par les fuites dans les canalisations, nous admettons que l'eau évacuée ne représente 80% de l'eau consommée.

IV-2-1 : Estimation du débit moyen journalier rejeté :

Pour calculer le débit moyen journalier rejeté nous utilisons la formule suivante :

$$Q_{moy.j} = \frac{Kr \times Dot \times N}{86400} \quad (IV-1)$$

Avec :

- $Q_{moy.j}$: le débit moyen journalier rejeté (l/s).
- Kr : coefficient de rejet caractérisant le régime de rejet, nous le prenons à 80%.
- D : dotation journalière ($D= 150l/j/hab.$).
- N : nombre d'habitants à l'horizon d'étude.

(Boualem SALAH, 2014)

IV-2-2 : Estimation du débit de pointe d'eau usée :

Le rejet d'eaux usées n'est pas constant, il est variable selon les saison, habitudes et vocations des localités de la région. Donc, nous devons être appelés à déterminer le débit de pointe rejeté et ce par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p \times Q_{moy.j} \quad (IV-2)$$

Avec :

- Q_{pte} : débit de pointe (l/s).
- K_p : coefficient de pointe.
- $Q_{moy.j}$: débit moyen journalier (l/s).

Le coefficient de pointe est le rapport entre le débit maximal et le débit moyen d'une même journée. (Boualem SALAH, 2014, p.13)

IV-3-3 : Calcul du coefficient de pointe à partir du débit moyen journalier :

Le coefficient de pointe peut être calculé à partir du débit moyen par la formule :

- $K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy.j}}}$ dans le cas où $Q_{moy.j}$ est connue et supérieur ou égal à 2,8 l/s.
- $K_p = 3$ dans le cas où $Q_{moy.j}$ est strictement inférieur à 2,8 l/s

(Boualem SALAH, 2014)

Tableau IV-1 Calcul des débits d'eaux usées

Sous Bassin	S(ha)	Nombres d'Habitants	Q rejet moyen total (l/s)	Q usée de pointe(l/s)	Q infiltration(l/s)	Q usé de pointe totale(l/s)
1	1.49	8292	14.191	10.918	0.224	11.141
2	0.55	5853	9.756	9.308	0.083	9.391
3	0.74	6829	11.381	9.934	0.111	10.045
4	0.65	5853	9.756	9.308	0.098	9.406
5	0.63	5853	9.755	9.308	0.095	9.403
6	0.48	5855	9.758	9.310	0.072	9.382
7	0.55	5858	9.763	9.312	0.083	9.394
8	1	6829	11.381	9.934	0.150	10.084
9	0.6	5858	9.756	9.308	0.090	9.398
10	0.62	5850	9.756	9.308	0.093	9.401
11	0.58	5856	9.756	9.308	0.087	9.395
12	0.68	6341	10.568	9.627	0.102	9.729
13	0.55	5859	9.756	9.308	0.083	9.391
14	1.79	4195	6.991	8.110	0.105	8.215
15	1.09	3219	5.366	7.291	0.095	7.385
16	1.22	2927	4.878	7.021	0.113	7.134
17	1.85	6048	10.081	9.438	0.032	9.469
18	1.45	6585	10.975	9.782	0.045	9.827
19	1.34	4390	7.594	8.389	0.030	8.419
20	0.34	2927	4.878	7.021	0.042	7.063
21	0.31	3414	5.691	7.464	0.060	7.524
22	1	917	11.381	9.934	0.150	10.084

Les dotations de débits d'équipements seront prises de l'annexe II et les équipements sont mentionnées dans leurs sous-bassins respectifs et leurs débits seront additionnés au débit usé domestique. Sous bassins concernées :

- Sous bassin 1 : mosquée
- Sous bassin 19 : école primaire

Les calculs des débits usés sont présentés dans le tableau de la page précédente.

IV-3 Estimation débits d'eaux pluviales :

Il existe plusieurs méthodes utilisées pour l'évaluation du débit pluvial. Nous nous intéresserons beaucoup plus à deux méthodes considérées les plus fiables :

- Méthode superficielle (Caquot).
- Méthode rationnelle.

Pour l'agglomération d'étude nous optons pour la méthode rationnelle à cause des surfaces faibles des sous-bassins découpés et des valeurs de coefficient de ruissellement assez fiable.

IV-3-1 Principe de la méthode rationnelle :

Une méthode consistante à divise la zone en plusieurs sous bassins et d'évaluer les coefficients de ruissellements de chaque un selon la surface pour ensuite en tirer selon l'intensité de précipitation, la surface et le coefficient réducteur le débit pluvial ; le résultat est encore plus fiable pour des aires plus faibles vu la meilleure estimation du coefficient du ruissellement dans ces cas-là, la méthode rationnelle est une méthode de convergence permettant d'optimiser les résultats.

Si on considère une averse d'intensité constante i sur un secteur de superficie S ayant un coefficient de ruissellement pondéré C_r , le débit résultant du ruissellement s'exprime par la relation :

$$Q = c_r \times S \times \alpha \times i \quad \text{(IV-3)}$$

Avec :

- c_r : Coefficient de ruissellement.
- Q : Débit à évacuer en l/s.
- I : Intensité moyenne de précipitation en l/s/ha.
- α : Coefficient réducteur d'intensité.
- S : Surface du sous-bassin en ha.

(Boualem SALAH,2014)

IV-3-2 Hypothèses et validité de la méthode rationnelle :

- Le débit de pointe Q_p est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.
- Le débit de pointe a la même période de retour que l'intensité moyenne qui le provoque.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.

L'utilisation de cette méthode repose sur la bonne estimation du coefficient réducteur alpha. Donc le choix de surface limitées inférieures à 10 ha nous donne de bonnes estimations vu le fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement. Ainsi cette méthode est beaucoup plus fiable pour des zones où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes.

(Boualem SALAH,2014)

IV-3-3 Calcul du temps de concentration :

Le temps de concentration d'un bassin représente le temps mis par la pluie tombée pour arriver au point le plus éloigné du bassin. Il sera calculé pour la vérification de la validité de la méthode, le temps de concentration est exprimé par la formule :

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3$$

Où :

t_1 : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations de longueur L et vitesse v :

$$t_1 = \frac{L}{60 \times v} \quad \text{(IV-4)}$$

t_2 : temps mis pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement ce temps varie de 2 à 20 min.

t_3 : temps de ruissellement représentant le temps de parcours superficiel du bassin de longueur L_s exprimée en km et de pente I exprimée en % :

$$t_3 = \frac{L_s}{11\sqrt{I}} \quad \text{(IV-5)}$$

Trois cas peuvent être envisagés :

- Le bassin ne comporte pas de canalisation : $t_c = t_3$.
- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation : $t_c = t_1 + t_3$.
- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation : $t_c = t_1 + t_2$.

Dans le cas général, pour les zones peu allongées, le temps de concentration est donné par la relation suivante :(Formule de Kirpich)

$$t_c = 3,98 \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0,77} \quad \text{(IV-6)}$$

Où :

L : Longueur du plus grand parcours de l'eau (Km).

I : Pente moyenne (m/m).

(Régis BOURRIER ,1981)

IV-3-4 Coefficient réducteur (d'abattement spatial) α :

Coefficient minorateur déterminé d'après la répartition de la pluie et sa distribution dans l'espace. Nous supposons, vu le découpage des sous-bassins en surfaces très faible que la répartition de la pluie dans chaque sous-bassin est régulière et constante durant la chute de pluie. Les valeurs du coefficient réducteur α s'approchent de l'unité, par conséquent sera pris égal à 1.

(Boualem SALAH,2014)

IV-3-5 Calcul des débits pluviaux :

Le tableau suivant représentera les débits pluviaux à évacuer de chaque sous-bassin :

Tableau N° IV.2 : Calcul des débits pluviaux

Sous Bassins	S (ha)	α	Intensité l/s	Cr	Q pluviaux l/s	Q pluviaux m³/s
1	1.49	1	216.42	0.85	257.972	0.257
2	0.55	1	216.42	0.6	71.418	0.0714
3	0.74	1	216.42	0.7	112.106	0.112
4	0.65	1	216.42	0.6	84.404	0.0844
5	0.63	1	216.42	0.6	81.806	0.0818
6	0.48	1	216.42	0.6	62.328	0.0623
7	0.55	1	216.42	0.6	71.418	0.0714
8	1	1	216.42	0.7	151.494	0.151
9	0.6	1	216.42	0.6	77.911	0.078
10	0.62	1	216.42	0.6	80.508	0.081
11	0.58	1	216.42	0.6	75.314	0.075
12	0.68	1	216.42	0.65	95.657	0.095
13	0.55	1	216.42	0.6	71.418	0.071
14	1.79	1	216.42	0.43	166.578	0.166
15	1.09	1	216.42	0.33	76.273	0.076
16	1.22	1	216.42	0.3	79.209	0.079
17	1.85	1	216.42	0.62	246.899	0.246
18	1.45	1	216.42	0.675	211.821	0.211
19	1.34	1	216.42	0.45	129.534	0.129
20	0.34	1	216.42	0.3	18.179	0.018
21	0.31	1	216.42	0.35	30.3	0.030
22	1	1	216.42	0.35	28.78	0.028

IV-4 Estimation des débits totaux à évacuer :

Les débits totaux à évacuer de la zone Nord-Ouest d'EL Eulma seront donc divisés en deux tableaux car toutes les eaux ne seront évacuées vers l'intercepteur préconisé allant à la STEP ; une partie sera évacuée vers le réseau d'EL Eulma centre :

Nous aurons donc :

Débits à évacuer de la zone Nord-Ouest (cité BOUKHABLA) vers la STEP Bazer Sakhra

Tableau N° IV.3 : Calcul des débits totaux à évacuer.

Sous Bassin	Aire (ha)	Débit pluvial (m3/s)	Débit usé totale (m3/s)	Débit totale (m3/s)
1	1.49	0.2579	0.01114	0.269
2	0.55	0.0714	0.00939	0.080
3	0.74	0.1121	0.01004	0.122
4	0.65	0.0844	0.00940	0.093
5	0.63	0.0818	0.00940	0.091
6	0.48	0.0623	0.00938	0.071
7	0.55	0.0714	0.00939	0.080
8	1	0.1514	0.01008	0.161
9	0.6	0.0779	0.00939	0.087
10	0.62	0.0805	0.00940	0.089
11	0.58	0.0753	0.00939	0.084
12	0.68	0.0956	0.00972	0.105
13	0.55	0.0714	0.00939	0.080
14	1.79	0.1665	0.00821	0.174
15	1.09	0.0762	0.00738	0.083
16	1.22	0.0792	0.00713	0.086
17	1.85	0.2468	0.00946	0.256
18	1.45	0.2118	0.00982	0.221
19	1.34	0.1295	0.00841	0.137
20	0.34	0.0181	0.00706	0.025
21	0.31	0.0302	0.00752	0.037
22	1	0.0287	0.01008	0.038

Conclusion :

Le débit total à évacuer vers la station d'épuration est estimé à 2400 l/s soit 2,4 mètres cubes par seconde. Les choix dans les sens et schéma d'évacuation seront vérifiés par le calcul hydraulique dans le chapitre suivant.

CHAPITRE V :

-Calcul Hydraulique-

CHAPITRE V

-Calcul Hydraulique-

Introduction :

Dans ce chapitre nous effectuerons le calcul hydraulique des tronçons gravitaires de notre réseau d'assainissement. Ce calcul constitue l'étape de contrôle et de vérification des paramètres hydrauliques suivant des conditions rigoureuses. Les réseaux d'assainissement doivent permettre une bonne évacuation des eaux usées dans des conditions d'écoulement et auto-curage favorables.

V-1- Conditions d'écoulement et dimensionnement :

Le système d'évacuation adopté dans notre projet est un système gravitaire. Ce dernier considère les hypothèses suivantes :

- L'écoulement est permanent, uniforme à surface libre.
- Le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- La perte de la ligne d'énergie est assimilée à celle du radier du collecteur (réseau auto-curer qui satisfait les conditions d'auto-curage).

Notre réseau doit être conçu de telle façon que :

La vitesse d'auto-curage qui empêchera les dépôts de sable dans les collecteurs est de l'ordre de :

- 0,6 m/s au moins pour le un dixième du débit de pleine section.
- 0,3 m/s au moins pour le un centième du débit de pleine section.
- La vitesse d'érosion représente la limite supérieure (entre 4 et 5 m/s), au-dessus de laquelle les parois internes des conduites seront soumises à une forte érosion compte tenu du fait que les eaux sont chargées. **(Boualem SALAH,2014)**

V-2- Mode de calcul :

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau nous définissons les paramètres suivants :

- Périmètre mouillé (P_m) : c'est la longueur du périmètre de la conduite qui est au contact de l'eau (m).
- Section mouillée (S_m) : c'est la section transversale de la conduite occupée par l'eau (m²).
- Rayon hydraulique (R_h) : c'est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé (m).
- Vitesse moyenne (V) : c'est le rapport entre le débit volumique (m³/s) et la section (m²).

Le dimensionnement des collecteurs se fait à la base des abaques de BAZIN. Le procédé de calcul est le suivant :

Avec la pente et le débit on tire de l'abaque (en annexe III) le diamètre normalisé, le débit à pleine section et la vitesse à pleine section. Ensuite on calcule les rapports. Les calculs sont effectués avec EXCEL et COVADIS :

- Rapport des débits : $R_Q = \frac{Q}{Q_{ps}}$ (V-1)

- Rapport des vitesses : $R_V = \frac{V}{V_{ps}}$ (V-2)

- Rapport des hauteurs : $R_H = \frac{H}{D}$ (V-3)

Avec :

- Q : Débit véhiculé par la conduite circulaire en (m³/s)
- V : Vitesse d'écoulement en (m/s).
- H: Hauteur de remplissage dans la conduite en (m).
- D: diamètre normalisé de la conduite en (mm).
- I : Pente du collecteur en (m/m).
- Q_{ps} : Débit de pleine section en (m³/s).
- V_{ps}: Vitesse à pleine section en (m/s).

Le débit Q s'exprime par la formule de continuité :

$$Q=V.S \quad (V.4)$$

Dans laquelle :

-S : est la section mouillée ;

-V : la vitesse moyenne.

Cette vitesse se calcule par différentes expressions. Si nous choisissons la formule de Manning, la vitesse en m/s est déterminée par l'expression :

$$V = \frac{2}{K_s R^{3/2}} \quad (V.5)$$

Où :

-K_s : est le coefficient de rugosité (Béton Armée K = 90) (Polychore de vinyle =120) ;

-R : est le rayon hydraulique en (m) ;

-Im : est la pente motrice nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donnée.

Les différentes pentes sont données par les formules suivantes :

- La pente de radier : $I = \frac{Ctam - Ctav}{L}$ (V-6)

- La pente du collecteur : $I = \frac{L(Ctam - Pr) - (Ctav - Pr)}{L}$ (V-7)

Avec ;

- Ctam : Cote de terrain naturel amont ;
- Ctav: Cote de terrain naturel aval ;
- Pr : profondeur de regard ;
- L : longueur du collecteur.

Remarque : les calculs utilisés pour tracer les profils en long sont présentées en annexe.

Le diamètre est calculé par la formule :

$$D_{cal} = \left(\frac{n \cdot Q^t}{0.3115 \times \sqrt{I}} \right)^{2/8} \quad (V-8)$$

Avec :

-n : La rugosité de la conduite : $n=1/K$ (V-9)

Les débits et vitesses a pleine section seront calculés à partir des diamètres normalisés

- Débit a pleine section : $Q_{ps} = v_{ps} \frac{\pi(Dnor)^2}{4}$ (V-10)

- Vitesse a pleine section = $V_{ps} = K_s \left(\frac{Dnor}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{Im}$ (V-11)

La vitesse moyenne et la hauteur de remplissage dans la conduite sont calculées à partir des différents rapports (débit, vitesse et hauteur) cités précédemment.

Une partie démonstrative du calcul hydraulique du réseau d'évacuation est présenté dans les tableaux suivants le calcul en détail sera présenté en Annexe :

Remarque :

Pour les collecteurs tertiaires et quelques collecteurs secondaires de diamètre variant de 300 mm jusqu'à 500 mm les conduites en pvc sont préconisées. (Réseau d'assainissement de l'agglomération). Le choix des matériaux préconisés sera présenté dans le chapitre suivant.

Tableau N° V.1 : Calcul hydraulique du réseau d'assainissement de la cité Boukhbla.

Tronçon	Débit (m³/s)	Diam. Théorique (mm)	Collecteur			Pente (%)	V = Q/S (m/s)	Valeurs calculées à l'aide de l'abaque.					V Qps/10 (m/s)	Pleine section		Autocurage
			Nom	Section (m²)	Optimal(mm)			rQ (Q/Qps)	rV	r H	H (mm)	V (m/s)		Vps (m/s)	Qps (m³/s)	
N487 N230	- 0.025	222	CR8-0300	0.066	300	0.89	0.38	0.48	0.99	0.49	141	0.78	0.43	0.79	0.052	Vérifié
N230 N231	- 0.035	250	CR8-0300	0.066	300	0.9	0.53	0.67	1.07	0.6	174	0.85	0.44	0.79	0.052	Vérifié
N483 N228	- 0.021	189	CR8-0300	0.066	300	1.53	0.32	0.31	0.88	0.38	110	0.91	0.57	1.03	0.068	Vérifié
N228 N227	- 0.021	197	CR8-0300	0.066	300	1.2	0.32	0.35	0.91	0.41	118	0.83	0.5	0.92	0.06	Vérifié
N475 N476	- 0.08	263	CR8-0300	0.066	300	3.84	1.22	0.74	1.1	0.64	186	1.8	0.9	1.64	0.107	Vérifié
N476 N477	- 0.08	444	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.43	0.77	1.1	0.66	322	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérifié
N477 N478	- 0.105	354	CR8-0300	0.188	300	1.31	0.56	0.39	0.94	0.44	213	1.33	0.78	1.42	0.266	Vérifié
N478 N198	- 0.105	491	135A-0500	0.196	500	0.2	0.54	0.95	1.14	0.78	389	0.64	0.31	0.56	0.111	Vérifié
N198 N201	- 0.105	491	135A-0500	0.196	500	0.2	0.54	0.95	1.14	0.78	389	0.64	0.31	0.56	0.111	Vérifié
N201 N194	- 0.421	510	135A-0500	0.503	500	2.6	0.84	0.29	0.86	0.37	295	2.5	1.59	2.89	1.454	Vérifié
N194 N195	- 0.421	476	135A-0500	0.503	500	3.8	0.84	0.24	0.82	0.33	266	2.87	1.92	3.5	1.758	Vérifié

Tableau N° V.2 : Calcul hydraulique de collecter principale 1.

Tronçon	Débit (m³/s)	Diam. Théorique (mm)	Collecteur			Pente (%)	V = Q/S (m/s)	Valeurs calculées à l'aide de l'abaque Ab.5					V Qps/10 (m/s)	Pleine section		Autocurage
			Nom	Section (m²)	Optimal(mm)			r Q (Q/Qps)	r V	r H	H (mm)	V (m/s)		Vps (m/s)	Qps (m³/s)	
N398 - N2	2.4	1283	135A-1000	1.539	1000	0.53	1.56	0.79	1.11	0.67	937	2.19	1.09	1.98	3.051	Vérifié
N2 - N3	2.4	1089	135A-1000	1.539	1000	1.3	1.56	0.5	1	0.5	701	3.11	1.71	3.11	4.792	Vérifié
N3 - N4	2.4	1074	135A-1000	1.539	1000	1.4	1.56	0.48	0.99	0.49	686	3.2	1.78	3.23	4.973	Vérifié
N4 - N5	2.4	1122	135A-1000	1.539	1000	1.1	1.56	0.54	1.02	0.53	737	2.92	1.57	2.86	4.408	Vérifié
N5 - N6	2.4	1122	135A-1000	1.539	1000	1.1	1.56	0.54	1.02	0.53	737	2.92	1.57	2.86	4.408	Vérifié
N6 - N7	2.4	1037	135A-1000	1.539	1000	1.7	1.56	0.44	0.97	0.46	648	3.44	1.96	3.56	5.48	Vérifié
N7 - N8	2.4	1349	135A-1400	1.539	1400	0.4	1.56	0.9	1.13	0.75	1043	1.95	0.95	1.73	2.658	Vérifié
N8 - N9	2.4	1295	135A-1000	1.539	1000	0.6	1.56	0.74	1.09	0.64	897	2.31	1.16	2.11	3.248	Vérifié

Tableau N° V.3 : Calcul hydraulique du collecteur principale 2 (intercepteur vers la STEP).

Tronçon	Débit (m³/s)	Diam. Théorique (mm)	Collecteur			Pente (%)	V = Q/S (m/s)	Valeurs calculées à l'aide de l'abaque Ab.5					V Qps/10 (m/s)	Pleine section		Autocurage
			Nom	Section (m²)	Optimal(mm)			r Q (Q/Qps)	r V	r H	H (mm)	V (m/s)		Vps (m/s)	Qps (m³/s)	
N29 - N30	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfifié
N30 - N31	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfifié
N31 - N32	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfifié
N32 - N33	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfifié
N33 - N34	0.3	502	135A-0800	0.503	800	1	0.5	0.28	0.85	0.36	288	1.53	0.99	1.79	0.902	Vérfifié
N34 - N35	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfifié
N35 - N36	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfifié
N36 - N37	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfifié

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons effectué la vérification des différentes conditions qui valident les choix préconisés du réseau d'évacuation projeté et cela après avoir défini plusieurs variantes de tracés pour en trouver celle dite optimale.

Le réseau projeté admet donc :

-4698 mètres linéaire de conduite en PVC de diamètre variant de 300 à 500 mm

-16400 mètres linéaire de conduite en Béton armé classe de résistance 135-A de diamètre variant de 600 à 1400 mm

CHAPITRE VI :

-Ouvrages Annexes-

CHAPITRE VI

-Ouvrages Annexes-

Introduction

Le réseau d'assainissement constitue un équipement public essentiel. Il doit être étanche en cas de mouvement de terrain et doit avoir un degré très élevé de durabilité. Cela porte sur le choix des ouvrages d'évacuation et de transport constituant l'ossature du réseau.

Dans ce chapitre, nous nous basons sur les ouvrages d'assainissement comprenant des ouvrages principaux et des ouvrages annexes.

VI-1- Les ouvrages principaux :

Les ouvrages principaux sont les ouvrages d'évacuation des effluents vers le point de rejet ou la station d'épuration ; ils comprennent les conduites et les joints. Ces tuyaux se présentent par tronçon de diamètre croissant de l'amont vers l'aval.

VI-1-1- Les canalisations :

Elles se présentent sous plusieurs formes :

- Tuyaux cylindriques préfabriqués en usine, le plus souvent normalisés ou construits sur place, ils peuvent être visitables ou non visitables.
- Des tuyaux ovoïdes préfabriqués en usine et normalisés.
- D'ouvrages visitables de profit particulier réservé aux émissaires importants d'évacuation et qui sont en usage dans les grandes villes.

(Régis BOURRIER ,2008)

VI-1-1-1-Types de canalisations :

A- Tuyaux en béton non armé :

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation...). La longueur utile ne doit pas dépasser 2.5m. L'essai d'étanchéité est effectué sous une pression de 1B pendant 30min. **(Régis BOURRIER ,2008)**.



Figure (VI-1) : Conduite en béton

Source : <https://www.batiproduits.com/fiche/produits/tuyau-en-beton-arme-sans-collerette-pour-reseau-p69064658.htm>

B- Tuyaux en béton armé :

Ces tuyaux sont fabriqués avec le même principe que celui du béton non armé sauf que ces derniers doivent comporter deux séries d'armatures :

- Des barres droites appelées génératrices.
- Des spires en hélice continues, d'un pas régulier maximal de 15cm.

Ces tuyaux doivent satisfaire aux essais de résistance à la rupture et aux essais d'étanchéité (sous une pression de 1bar pendant 30min).

(Régis BOURRIER ,2008)

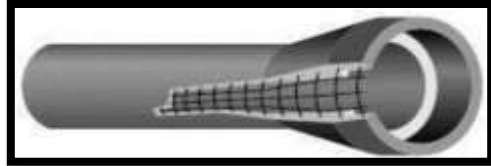


Figure (VI-2) : Conduite en béton armé

Source : <http://www.lecuyerbeton.com/fr/produits/tuyaux/tes-monolithiques-et-sellettes>

C- Tuyaux en fibre-ciment :

Désigne un matériau composite à partir de ciment et de fibre autres que l'amiante interdite, offrant des avantages de mises en œuvre et de tenue dans le sol [3]. Les diamètres varient de 60 à 500 mm pour des longueurs variant de 4 à 5 m. Les joints sont exclusivement de type préformé. (Régis BOURRIER ,2008)



Figure (VI-3) : Conduite en fibre-ciment

Source : <https://www.serruriershouilles.fr/tuyaux-sans-pression-et-a-circulation-libre-d'amiante-ciment-recommandations-de-selection-et-d'utilisation-414>

D- Tuyaux en grés :

Ils étaient spécialement réservés aux effluents agressifs en conduite industrielle interne de processus. Ils redeviennent en usage notamment dans les reconditionnements d'espaces en centre-ville, offrant une bonne résistance, surtout en série renforcée, et la particularité de bien se comporter dans le temps, avec une durée de vie plus longue que les autres matériaux. Ils sont également appréciés dans la perspective d'équipement durable : lors de leur remplacement, ces tuyaux pourront être éliminés par concassage sur place, devenant matériaux de remblai écologique, puisqu'ils sont constitués à parts égales d'argile et de sable. Les diamètres d'échelonnement du 200 mm au 1000 mm. (Régis BOURRIER ,2008)



Figure (VI-4) : Conduite en grés

Source : <https://www.hellopro.fr/tuyau-d-evacuation-eaux-usees-traditionnel-en-gres-vitrifie-2000595-150258-produit.html>

E- Tuyaux en polychlorure de Vinyle (PVC) :

La matière plastique usuelle pour les évacuations et le chlorure de polyvinyle (PVC) non plastifié. Les tuyaux sont opaques et de couleur normalisée (gris clair), ils ne doivent pas être employés lorsque la température de l'effluent est supérieure à 35°C. On peut rajouter encore des canalisations qui sont moins utilisées dans le domaine de l'assainissement, - Conduite en zinc - Conduite en cuivre. Les canalisations en PVC (Polychlorure de Vinyle) sont utilisées depuis plus de 20 ans en assainissement. Ces canalisations, très faciles à poser, jouissent d'un retour d'expérience très favorable. En Algérie, celles-ci ont été posées dans des environnements réputés difficiles et à des profondeurs pouvant atteindre les 6 m. Des canalisations PVC ont été posées jusqu'au Ø500 mm et tout récemment jusqu'au Ø 630 mm. (Régis BOURRIER ,2008)

Remarque : Pour notre réseau nous avons préconisé ce matériau (PVC-CR8) pour la facilité de pose et entretien lors d'éventuel problèmes. Les canalisations de CR8 présentent un coefficient de rigidité de CR16. C'est à ce jour la plus grande résistance disponible pour une canalisation PVC d'assainissement gravitaire. Le CR16 élargit le champ d'application des tubes PVC pour l'assainissement (résistance optimisée à l'ovalisation) : - faible profondeur < 1,0 m de couverture, en présence de charges roulantes. - forte profondeur > 2,5 m de couverture, La très faible rugosité des tubes PVC permet d'assurer un maintien durable des qualités d'écoulement des flux grâce au phénomène d'autocurage.



Figure (VI-5) : Conduite en PVC

Source : <https://www.pointp-tp.fr/p/assainissement/tuyau-pvc-assainissement-cr8-sn8-diametre-400mm-longueur-3-00m-A6468112>

F- Tuyaux en fonte :

Les conduites en fonte ductile sont caractérisées par leurs facteurs de résistance, de sécurité et de résistance mécanique, leur conférant le label d'excellence. Les tuyaux en fonte ductile et le revêtement intérieur assurent des qualités de fiabilité anti-agressive.

(Régis BOURRIER ,2008)



Figure (VI-6) : conduite en fonte

Source : <https://www.pamline.fr/integral>

G- Tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD)

Pour le transport d'effluents sous pression, des tubes adaptés et à haut degrés de résistance mécanique répondent bien aux exigences d'une canalisation de refoulement, en particulier les surpressions dues au coup de bélier, avec un module d'élasticité moins élevé (environ cinq fois moins) que celui de matériaux rigides, pouvant dans certains cas diviser par deux la surpression. Par contre, sous l'effet de contrainte répétée, les propriétés mécaniques peuvent s'en trouver fortement altérées.

(Régis BOURRIER ,2008)



Figure (VI-7) : Conduite en PEHD

Source : https://www.duboisag.com/ca_fr/tuyau-hdpe.html.

VI-1-2- Choix du type de canalisation :

Pour faire le choix des différents types de conduite, nous devons tenir compte :

- Des pentes du terrain.
- Des diamètres utilisés.
- De la nature du sol traversé.
- De la nature chimique des eaux usées.
- Des efforts extérieurs dus au remblai.

Dans notre présente étude, les conduites en béton armé de forme circulaire sont les plus adaptées vu leurs avantages :

- Bonne étanchéité.
- Pose et assemblage facile.
- Bonne résistance mécanique.
- Leur bonne stabilité dans les tranchées.

Pour les conduites de refoulement, les conduites en PEHD seront choisies vu leurs disponibilité sur le marché et en production locale et la facilité que présente ce matériau pour la jointure et la pose.

VI-1-2-1 Différentes actions supportées par la conduite :

Les canalisations sont exposées à des actions extérieure et intérieure, pour cela ces canalisations doivent être sélectionnées pour lutter contre ces actions qui sont les actions mécaniques, les actions statiques et les actions chimiques.

VI-1-2-2 Action mécanique :

Ce type d'action résulte de l'agressivité des particules de sable et de gravier qui forment le remblai et le radier des canalisations. Cette agressivité provoque la détérioration des parois intérieures par le phénomène d'érosion, due essentiellement à de grandes vitesses imposées généralement par le relief.

VI-1-2-3 Action statique :

Les actions statiques sont dues aux surcharges fixes ou mobiles comme le remblai au mouvement de l'eau dans les canalisations ainsi qu'aux charges dues aux trafics routiers.

VI-1-2-4 Action chimique

Elles sont généralement à l'intérieur de la conduite. Une baisse de pH favorise le développement des bactéries acidophiles qui peuvent à leur tour favoriser la formation de l'acide sulfurique (H_2S) corrosif et néfaste aux conduites.

VI-1-3 Les joints des conduites en bétons armé :

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Il est en fonction de la nature des eaux et leur adaptation vis-à-vis de la stabilité du sol et en fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (Diamètre, épaisseur). Pour les tuyaux en béton armé, nous avons différents types de joints à utiliser :

VI-1-3-1 Joint type Rocla :

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures. Ce joint est valable pour tous les diamètres.

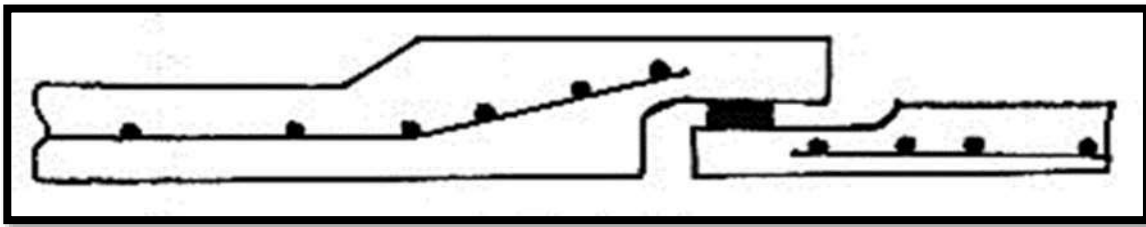


Figure (VI-8) : Joint Rocla

Source : Assainissement des eaux usées et pluviales, 2014, p.28

VI-1-3-2 Joint à Collet :

Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est utilisé que dans les bons sols, à pente faible.

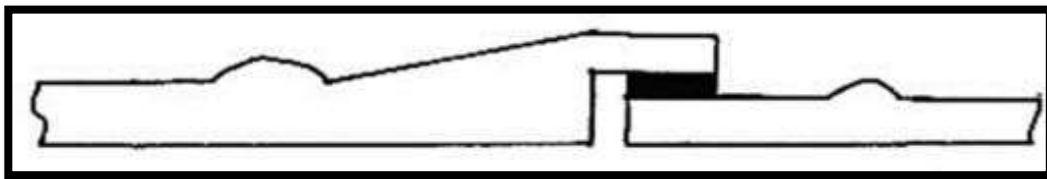


Figure (VI-9) : Joint Collet

Source : Assainissement des eaux usées et pluviales, 2014, p.29

VI-2- Les ouvrages Annexes :

Les ouvrages annexes sont constitués par tous les dispositifs de raccordement, d'accès, de réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau.

VI-2-1- Les branchements :

Leur rôle est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles. Un branchement comporte trois parties essentielles :

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.
- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

(Boualem SALAH,2014)

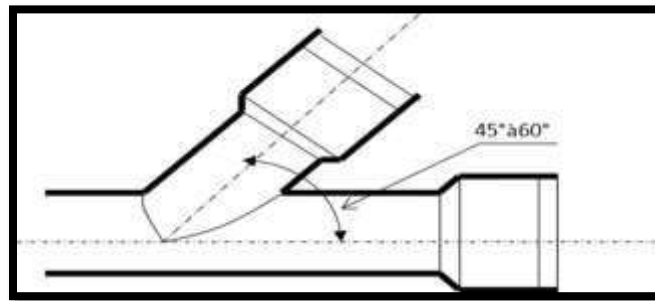


Figure (VI-10) : Exemple d'un branchement simple

Source : Assainissement des eaux usées et pluviales,2014, p.39

VI-2-2- Les caniveaux :

Les caniveaux, annexe de la voirie en bordure du trottoir, sont destinés à recevoir les eaux de ruissellement et de gouttières via des gargouillis, et assurent le transport en surface des eaux pluviales jusqu'aux bouches d'égout et avaloirs.

VI-2-3- Bouches d'égout :

Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux de surface (Pluviale et de lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées soit aux points bas des caniveaux, soit sur le trottoir. La distance entre deux bouches d'égout est en moyenne de 50m, la section

d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont. (Boualem SALAH,2014)

Elles peuvent être classées selon deux critères :

- Le mode de recueil des eaux : bouches à accès latéral et bouches à accès sur le dessus.
- Le mode de retenue des déchets solides c'est-à-dire sans ou avec décantation.

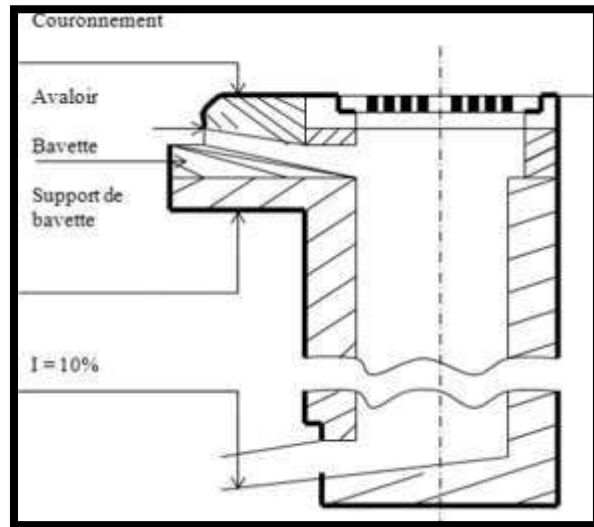


Figure (VI-11) : Exemple d'une bouche d'égout sans décantation.

Source : <https://www.bricoleurdudimanche.com/forums/forums-bricolage/forum-plomberie/regard-d-egout-divise-en-deux.html>

VI-2-4- Les Regards :

Leur rôle est d'assurer l'aération des ouvrages, le débouchage et nettoyage du réseau d'assainissement ainsi que l'accès aux canaux pour les ouvrages visitables. Ce regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation. Nous distinguons plusieurs types :

- Regard simple : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.
- Regard latéral : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important.
- Regard double : pour un système séparatif.
- Regard toboggan : en cas d'exhaussement de remous.
- Regard de chute : à forte pente.

La distance entre deux regards est variable :

- 35 à 50 m en terrain accidenté.
- 50 à 80 m en terrain plat.

VI-2-4-1- Emplacement des regards :

Les regards doivent être installés sur les canalisations :

- A chaque changement direction.
- A chaque jonction de canalisation.
- Aux points de chute.
- A chaque changement de pente.
- A chaque changement de diamètre.

VI-2-4-2- Dimensionnement des regards

Pour notre projet, nous utiliserons des regards de visite simples avec un espacement qui facilite les opérations de nettoyage en périodes d'entretien.

Le dimensionnement d'un regard dépend des diamètres des conduites, chaque regard a une profondeur différente des autres.

Tableau (VI-1) : Dimensionnement des regards :

Diamètres des conduites [mm] Dimensionnement [mm]	Dimensions des regards [M]
300	1,1 x 1,1
400	1,1 x 1,1
500	1,2 x 1,2
600	1,2 x 1,2
800	1,6 x 1,6
1000	2,0 x 2,0
1200	2,2 x 2,2
1500	2,5 x 2,5
1800	3,0 x 3,0

Source : (Boualem SALAH,2014)

VI-3- Les ouvrages spéciaux :

VI-3-1- Déversoirs d'orage :

Le principe de fonctionnement de ces ouvrages en système unitaire est d'effectuer le déversement dans le milieu naturel des débits d'orage et de ne pas dériver vers la station d'épuration que les débits d'eaux usées appelés « débit de temps sec » auxquelles s'ajoutent les petites pluies.

L'instruction technique précise qu'ordinairement les stations d'épuration ne peuvent recevoir que le double ou le triple du débit moyen de temps sec

(Boualem SALAH,2014)

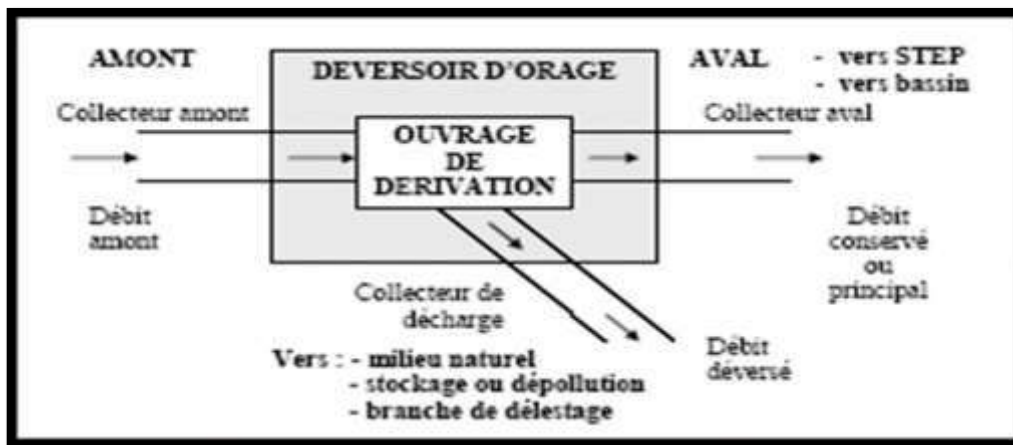


Figure (VI-12) : Schéma de principe du déversoir d'orage.

Source : <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html>

VI-3-1-1- Emplacement des déversoirs d'orage :

Ils sont placés :

- Avant la station d'épuration pour la régularisation du débit.
- Au milieu du réseau pour réduire les diamètres des collecteurs ou décharger un collecteur.

Le choix d'un déversoir d'orage résulte d'un compromis fait au moment de la réalisation ou de la rénovation du réseau unitaire selon quatre types de contraintes :

A. Physiques (géométrie et hydraulique)

- Topographie : pente, bassins hydrographiques, existence d'exutoires naturels, etc.
- Occupation du sol : densité de l'habitat et des activités, voirie, sous-sol, etc.

- Ouvrages hydrauliques proches du DO (bassin, station de pompage...).

B. Environnementales

- Protection du milieu naturel contre les pollutions.
- Protections des riverains contre les pollutions diverses (santé, odeurs, bruit...).
- Variations du niveau d'eau du milieu naturel.

C. Economiques

- Coût des collecteurs vis-à-vis du coût du déversoir et de ses ouvrages annexes.

D. Gestion

- Mode de gestion : statique, dynamique (ouvrages mobiles). Facilités d'exploitation : accès, nettoyage, entretien...

Remarque :

Pour notre zone d'étude, l'emplacement du déversoirs d'orage se fait à l'amont de la station de refoulement.

VI-3-1-2- Types des déversoirs d'orage :

On distingue différents types de déversoirs selon la pente, l'écoulement, la position du bassin de décantation ou milieu naturel.

1-Déversoir à seuil frontal :

Le seuil de déversement est disposé en face de l'émissaire d'amenée, celui-ci peut être droit ou dans une courbure, en cas de changement de direction. Il s'agit en général d'ouvrage de petites dimensions (**Boualem SALAH,2014**).

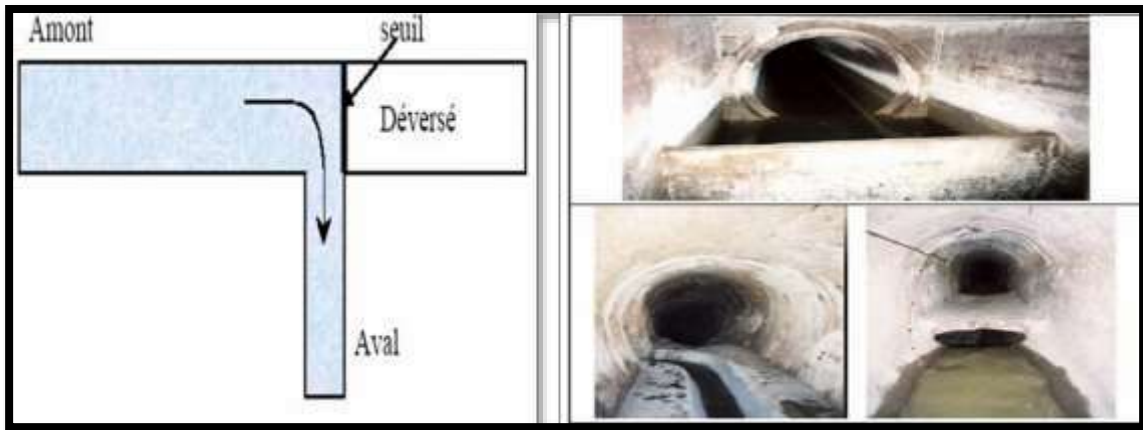


Figure (VI-13) : Déversoir à seuil frontal

Source : <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html>

2-Déversoir à seuil latéral :

Le déversoir classique à seuil haut ou bas peut être partialisé et équipé de dispositif de vannage. Il présente l'intérêt majeur de permettre la conception d'un seuil long sans occuper beaucoup de place. **(Boualem SALAH,2014)**

3-Déversoir à double seuil latéral :

Dans ce type de déversoir la cunette transitant le débit de temps sec et de petite pluie est suspendue dans la longueur de la chambre. Il s'agit de cas bien particulier, au niveau d'une chute dans le collecteur ou liés à de très fortes pentes.

(Boualem SALAH,2014)

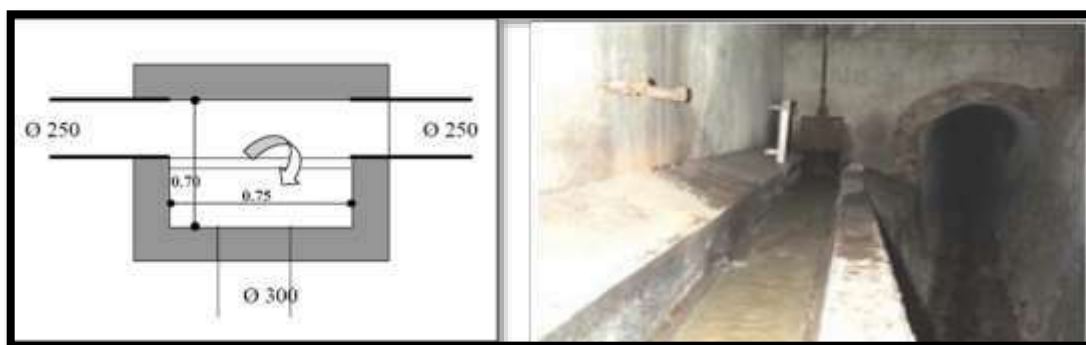


Figure (VI-14) : Déversoir à seuil latéral

Source : <http://www.ode43.fr/media.php?id=1037>

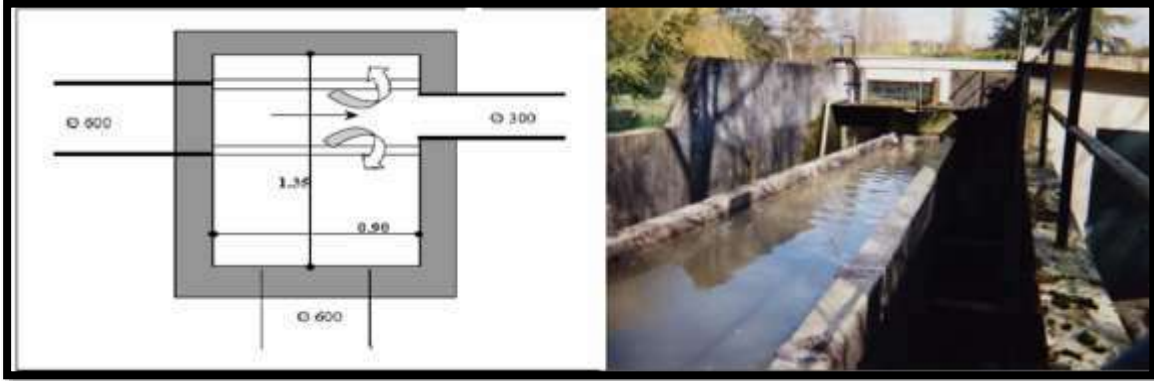


Figure (VI-15) : Déversoir à double seuil latéral

Source : https://engees.unistra.fr/fileadmin/user_upload/pdf/shu/Guide_technique.pdf

VI-3-1-3- Dimensionnement du déversoir d'orage :

Le principe de fonctionnement de cet ouvrage en système unitaire est d'effectuer le déversement dans le milieu naturel des débits d'orage et de ne dériver vers la station que les débits des eaux usées, appelées « débit en temps sec ».

Le déversoir projeté sera un déversoir à seuil latéral à conduite avale libre, et cela pour effectuer le déversement vers oued Sareg.

Le collecteur du déversement sera dimensionné à partir des mêmes principes du chapitre précédent et les calculs hydrauliques vérifiant son tracé seront présentés dans l'annexe VI

- Données :

$$Q_{pte} = 0.15 \quad ; \quad Q_t = 2.4 \quad ; \quad Q_{ps} = 3.75 \text{ m}^3/s$$

$$\text{m}^3/s \quad \quad \quad \text{m}^3/s$$

$$D_n = 1400 \text{ mm} \quad ;$$

Nous prenons le temps de concentration $t_c = 19 \text{ min}$

• **Le débit critique :**

$$Q_{cr} = Q_t \times \left(1 - \frac{t_c}{100}\right) = 2.4 \times \left(1 - \frac{19}{100}\right) \quad \text{(VI.1)}$$

$$Q_{cr} = 1.94 \text{ m}^3/s$$

• **Le débit de la STEP :**

Nous effectuons une dilution de 3 :

$$Q_{step} = 2 \cdot Q_{pte} = 2 \times 0.15 \quad \text{(VI.2)}$$

$$Q_{step} = 0.3 \text{ m}^3/s$$

- **Le débit déversé :**

$$Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{step} = 1.94 - 0.3 \quad (\text{VI.3})$$

$$Q_{dev} = 1.64 \text{ m}^3/s$$

- **Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits à l'amont du déversoir :**

- Hauteur d'eau demandée par la STEP :

$$R_Q^{step} = \frac{Q_{step}}{Q_{ps}} = \frac{0.3}{3.75} = 0.08 \Rightarrow R_H^{step} = 0.18 \quad (\text{VI.4})$$

$$\text{Donc } h_{step} = R_H^{step} \times D_n = 0.18 \times 1.4 = 0.252 \text{ m} \quad (\text{VI.5})$$

- Hauteur d'eau critique :

$$R_Q^{cr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{1.94}{3.75} = 0.51 \Rightarrow R_H^{cr} = 0.50 \quad (\text{VI.6})$$

$$\text{Donc } h_{cr} = R_H^{cr} \times D_n = 0.5 \times 1.4 = 0.7 \text{ m} \quad (\text{VI.7})$$

- Hauteur d'eau déversée :

$$h_{dev} = h_{cr} - h_{step} = 0.7 - 0.252 \quad (\text{VI.8})$$

$$h_{dev} = 0.45 \text{ m}$$

- **Détermination de la longueur du seuil déversant :**

Nous avons appliqué la formule de Bazin :

$$Q_{dev} = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot h_{dev}^3 \cdot \sqrt{2g} \quad (\text{VI.9})$$

μ : Coefficient de contraction de la lame déversant (crêtes minces) ; on prend $\mu = 0.5$

L : La longueur du déversoir (m).

$$L = \frac{3 \cdot Q_{dev}}{2 \mu h_{dev}^{2/3} \sqrt{2g}} = \frac{3 \times 1.34}{2 \times 0.5 \times (0.45)^{1.5} \sqrt{19.62}} \quad (\text{VI.10})$$

$$L = 1.337 \text{ m}$$

Nous prenons une longueur de 1.4 m.

Remarque :

Le débit véhiculé vers la station d'épuration est estimé à 300 l/s donc 25920 mètres cubes jours ce qui satisfait et ne dépasse pas la capacité de réception journalière de la station d'épuration.

VI-4 Dimensionnement de la station de refoulement :

Un poste de relèvement des eaux usées est une installation équipée d'un dispositif de pompage permettant de relever simplement le fil d'eau d'un réseau gravitaire profond.

L'une des conséquences de la mise en place d'un poste de refoulement sur un réseau d'assainissement est le développement de l'H₂S (hydrogène sulfuré).

Afin d'éviter sa formation, il convient d'assurer une vitesse d'auto-curage d'au moins 0,8m/s dans la canalisation (de nombreux constructeurs proposent 0,7m/s). Pour autant il convient de ne pas dépasser une vitesse de 2,3 m/s.

VI-4-1 Choix du matériau :

Le choix de la conduite de refoulement s'effectuera en PEHD vu leurs avantages divers :

VI-4-1-1 Résistants à la corrosion :

La corrosion est l'un des plus grands problèmes rencontrés par la tuyauterie métallique et peut devenir extrêmement coûteuse à prévenir ou à réparer. Comme les tuyaux en PEHD ne rouillent pas ou ne pourrissent pas, ils ne sont pas aussi sensibles à la corrosion et prolongent donc considérablement la durée de vie du tuyau.

VI-4-1-2 Joints efficaces et performants :

Les tuyaux en PEHD sont reliés à l'aide de soudures par fusion thermique. Cela consiste essentiellement à chauffer les deux surfaces et à les rapprocher de sorte que, lorsqu'elles refroidissent, elles forment un système monolithique permanent. Les cloches, les ergots et les joints mécaniques ne sont pas nécessaires, ce qui réduit le coût du système. En outre, une étude a révélé que les États américains rapportent une perte d'eau moyenne de 16 % due à des joints qui fuient. Puisque les tuyaux en PEHD sont assemblés par fusion thermique, il n'y a aucune fuite possible.

VI-4-1-3 Respectueux de la nature :

- Les tuyaux en PEHD ont moins d'impact sur l'environnement que les autres types de tuyaux.
- Il y a moins d'énergie utilisée pour fabriquer les tuyaux.
- Les tuyaux en PEHD sont légers et donc plus rentables à transporter.

-La fusion thermique empêche toute fuite.

-La tuyauterie peut être recyclée dans des applications sans pression.

VI-4-2 Détermination du diamètre :

VI-4-2-1 Détermination du diamètre technico-économique :

La détermination du diamètre économique se fait pour assurer une sécurisation qualitative et quantitative du refoulement.

Il existe donc un diamètre économique pour la conduite de refoulement résultant d'un compromis entre :

- Les frais d'exploitation de la conduite de refoulement qui croissent avec l'augmentation du diamètre.
- Les frais d'amortissement qui décroissent quand le diamètre augmente.

VI-4-2-1-1 Calcul des pertes de charge linéaire :

La formule universelle de Darcy Weis Bach donne :

$$\Delta H_l = \frac{16 \times \lambda \times L \times Q^2}{2 \times \pi^2 \times g \times D^5} \quad (\text{VI.11})$$

Tel que : ΔH_l : Pertes de charges linéaires en (m)

Le coefficient de frottement λ est donné par la formule de Nikuradzé.

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \quad (\text{VI.12})$$

VI-4-2-1-2 Pertes de charge singulières :

Les pertes de charge singulières sont estimées entre 10% et 15 % des pertes de charge linéaires.

Dans notre cas, nous prenons :

$$\Delta H_s = 0.1 \times \Delta H_l \text{ (m)} \quad (\text{VI.13})$$

VI-4-2-1-3 Hauteur manométrique totale :

Elle est donnée par la formule :

$$H_{mt} = H_g + \Delta H_l + \Delta H_s \text{ (m)} \quad (\text{VI.14})$$

VI-4-2-1-4 Puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance fournie à la pompe, définie comme suit (Carlier, 1998)

$$P = \frac{\rho \times g \times Q \times H_{mt}}{\eta} \text{ (KW)} \quad \text{(VI.15)}$$

Avec : η : rendement de la pompe (%)

Q : Débit refoulé par la pompe en m/s

VI-4-2-1- 5 Energie consommée par la pompe :

$$E = P \times t \times 365 \text{ (KWH)} \quad \text{(VI.16)}$$

Avec : t : c'est le temps de pompage par jour en (heure), on le fixe à $t=18$ h

P : puissance de la pompe en (KW)

VI-4-2-1- 6 Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{ex} = E \times e \text{ (DA)} \quad \text{(VI.17)}$$

Avec : E : énergie consommée par la pompe en (KWH) ;

e : prix unitaire d'un KWh impose par la Sonelgaz en DA. (1.78)

VI-4-2-1-7 Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement de la conduite qui augmente avec le diamètre de la canalisation sont donnés par la formule suivante :

$$F_{Am} = P_c \times A \text{ (DA)} \quad \text{(VI.18)}$$

Avec : P_c : Prix du conduit en (DA)

A : amortissement annuel, il est donne par la formule ci-dessous :

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad \text{(VI.19)}$$

Avec : i : Taux d'anuite annuel, $i=8$ %

N : nombre d'années d'amortissement, $n=30$ ans

$$A = \frac{0.08}{(0.08+1)^{30}-1} + 0.08 = 0.089 = \mathbf{8.9\%} \quad \text{(VI.20)}$$

Les prix du mètre linéaire des conduites en PEHD sont donnés par le tableau VI.4

VI-4-2-1-8 Détermination des différents volumes :

Pour le calcul des frais de pose on doit calculer différents volumes à savoir : volume de déblai, volume de remblai, volume du lit de pose et volume de conduite.

A) Volumes des déblais des tranchées « Vtr » :

Le volume des déblais des tranchées « Vtr » pour ce type de tranchée est donné par la relation suivante :

$$V_{tr}=b.L.H_{tr} \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VI.21)}$$

Avec : **b** : Largeur de la tranchée (m).

$$b=D+2.a ; (a=0.30m).$$

a : Distance entre la conduite et l'extrémité de la fouille.

L : Longueur totale de la tranchée (m).

H_{tr} : Profondeur de la tranchée (m).

$$H_{tr} = e+h+D \text{ (m)} \quad \text{(VI.22)}$$

Ou : **e** : Epaisseur de la couche du lit de pose ; e=0.10m.

H : Profondeur minimale au-dessus de la génératrice supérieure de la couche (m).

D : Diamètre nominal de la conduite (m).

B) Volume occupé par le lit de sable « Vls » :

Ce volume est donné par la formule suivante :

$$V_{Ls}=e.b.L \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VI.23)}$$

Avec : **e** : Epaisseur de la couche du lit de pose ; e=0.10m

b : Largeur de la tranchée(m).

L : Longueur totale de la tranchée (m).

C) Volume de la conduite « Vc » :

Le volume occupé par la conduite dans la tranchée est donné par la relation suivante :

$$V_c = \frac{\pi.D^2}{4}.L \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VI.24)}$$

Avec : **D** : Diamètre de la conduite (m).

L : Longueur totale de la tranchée (m).

D) Volume du remblai « VR » :

Le volume du remblai de la conduite est donné par l'expression suivante :

$$V_R = V_{D.F} - V_{\text{evacué}} \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VI.25)}$$

Avec : $V_{D.F}$: Volume des déblais foisonnés.

$$V_{D.F} = V_D \cdot K_f \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VI.26)}$$

$K_f = 1.2$ (Coefficient de foisonnement)

$$V_{\text{evacué}} = V_{LP} + V_c + V_{e.t} \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VI.27)}$$

Où : V_{LP} : Volume occupé par le lit de pose (m³) ;

V_c : Volume de la conduite (m³) ;

$V_{e.t}$: Volume d'enrobage tamisé (m³) ;

Les tableaux suivants explicitent le calcul des différents volumes.

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de la conduite de refoulement sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau VI.2 Prix et dimensions conduites PEHD PN 06

D extérieur (mm)	Epaisseur PN 06	Prix du mètre linéaire (DA)
200	7.7	1216.17
250	9.6	1898.66
315	12.1	2951.91
400	15.3	4703.04
500	19.1	7241.55
630	19.1	11492.57

Tableau VI.3 Calcul de la HMT de la station de refoulement

D(mm)	Ep(mm)	D int(mm)	L (m)	V(m/s)	Coefficient de perte de charge
200	7.7	184.6	402	9.3456	0.017277229
250	9.6	230.8	402	5.9786	0.016436734
315	12.1	290.8	402	3.766	0.015630119
400	15.3	369.4	402	2.3339	0.014856007
500	19.1	461.8	402	1.4934	0.014184367
560	19.1	521.8	402	1.1697	0.013835987
630	19.1	591.8	402	0.9093	0.013490222

Tableau VI.4 Calcul de la HMT de la station de refoulement

Pertes de charge linéaire(m)	Pertes de charge singulière(m)	Pertes de charge totales(m)	Hauteur géométrique(m)	HMT(m)
166.6545992	16.66545992	183.3200591	10	193.3201
51.89651528	5.189651528	57.08616681	10	67.08617
15.54146515	1.554146515	17.09561166	10	27.09561
4.46600645	0.446600645	4.912607095	10	14.91261
1.396503479	0.139650348	1.536153827	10	11.53615
0.739590719	0.073959072	0.813549791	10	10.81355
0.384278403	0.03842784	0.422706244	10	10.42271

Tableaux VI.5 Calcul des frais d'exploitation de la station de refoulement

D	Hmt(m)	Pabs(Kw)	E(kwh)	Prix kwh(DA)	Frais exploitation (DA)
200	193.3201	812.7728	5339917	1.8	9611850.693
250	67.08617	282.0494	1853065	1.8	3335516.355
315	27.09561	113.9177	748439.2	1.8	1347190.638
400	14.91261	62.69686	411918.4	1.8	741453.0778
500	11.53615	48.50129	318653.5	1.8	573576.2169
560	10.81355	45.46325	298693.6	1.8	537648.4289
600	10.42271	43.82003	287897.6	1.8	518215.7335

Tableaux VI.6 Calcul des frais de pose de la station de refoulement

D(mm)	Déblai(m ³)	Cout (DA)	Remblai (m ³)	Cout (DA)	Lit de sable(m ³)	Cout (DA)	Grillage (ml)	Cout (DA)	Prix de pose (DA)
200	592	207200	570	399000	22	17600	400	320000	943800
250	602	210700	577	403900	25	20000	400	320000	954600
315	622	217700	595	416500	27	21600	400	320000	975800
400	682	238700	652	456400	30	24000	400	320000	1039100
500	712	249200	678	474600	34	27200	400	320000	1071000
560	738	258300	698	488600	40	32000	400	320000	1098900
630	840	294000	794	555800	46	36800	400	320000	1206600

Tableaux VI.7 Calcul des frais d'investissement

D(m m)	Prix du mètre Linéaire(DA)	Prix de Conduite (DA)	Prix de pose (DA)	Prix total (DA)	Annuit é	Frais amorties (DA)
200	1216.17	486468	943800	1430268	8.90%	127293.852
250	1898.66	759464	954600	1714064	8.90%	152551.696
315	2951.91	1180764	975800	2156564	8.90%	191934.196
400	4703.04	1881216	1039100	2920316	8.90%	259908.124
500	7241.55	2896620	1071000	3967620	8.90%	353118.18
560	8894.8	3557920	1098900	4656820	8.90%	414456.98
630	11492.57	4597028	1206600	5803628	8.90%	516522.892

Tableaux VI.8 Calcul du bilan des frais

D(mm)	Frais d'exploitation (DA)	Frais d'amortissement (DA)	Bilan des frais(DA)
200	9611850.693	127293.852	9739144.545
250	3335516.355	152551.696	3488068.051
315	1347190.638	191934.196	1539124.834
400	741453.0778	259908.124	1001361.202
500	573576.2169	353118.18	926694.3969
560	537648.4289	414456.98	952105.4089
600	518215.7335	516522.892	1034738.625

Nous pouvons alors tracer la courbe dite courbe d'optimisation prise en fonction du diamètre pour effectuer le choix du diamètre.

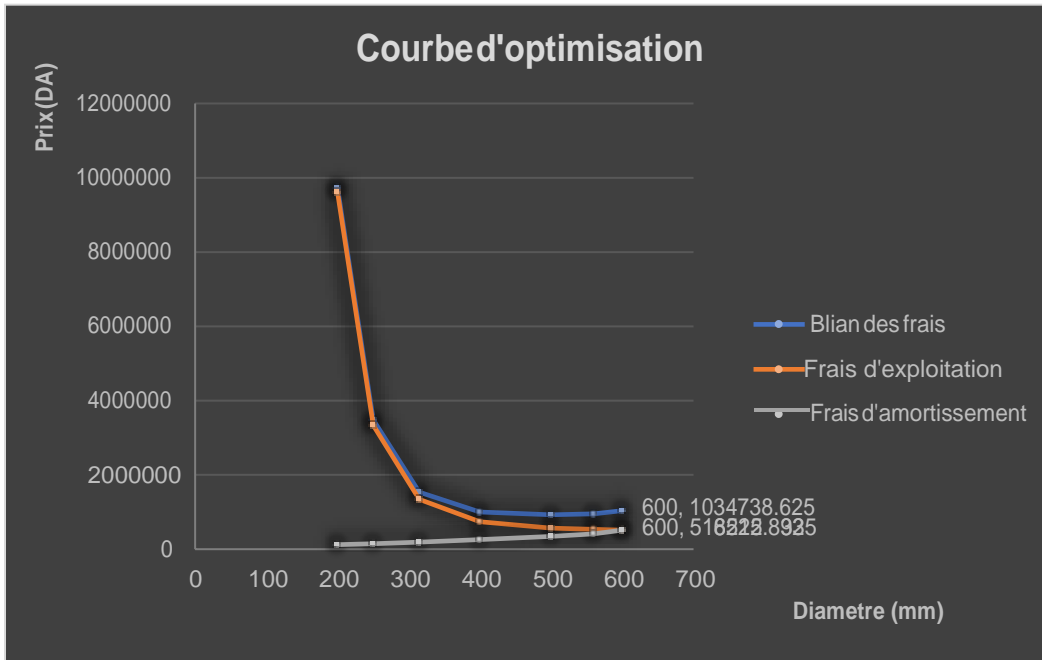


Figure VI.16 Courbe d'optimisation.

Source : courbe réalisée avec EXCEL

Donc, d'après la courbe d'optimisation, c'est le diamètre normalisé 500mm qui sera préconisé pour la conduite de refoulement en PEHD.

VI-5 Dimensionnement des pompes pour la station de refoulement :

VI-5-1 Données de base initiales :

Les données nécessaires à l'élaboration de notre station de relevage sont les suivantes :

- ✓ La station reçoit un débit qui est égale á 300 l/s avec une longueur de conduite égale á 402 m.
- ✓ Le plan topographique : ce plan permet de faire le choix de l'emplacement de la station et du tracé de la conduite de refoulement avec les différentes côtes topographiques.
- ✓ La source d'énergie électrique : elle permet de faire le choix technico-économique de certains équipements.
- ✓ La nature de sol : permet de faire le choix du bâtiment de la station et du type de matériau.

Remarque :

Vu les conditions géologiques et topographiques du site de la station et vu notre choix de pompes submersibles, nous optons pour un bâtiment type bache mouillée qui est adapté aux pompes submersibles.

VI-5-2. Equipements du poste de relevage :

Dans chaque station de pompage on distingue des équipements principaux tel que :

Les pompes, moteurs principaux, robinets vanne, clapet anti-retour, etc.

Les équipements secondaires (auxiliaire) comportent : les pompes d'incendie, système de levage, etc. (**Pounis, 1988**)

❖ Équipements en amont

En amont de la pompe, vu que la pompe est submergée, nous n'avons pas d'équipements d'aspirations mais des équipements annexes, nous avons :

- ✓ Le dégrilleur automatique.
- ✓ Les convergents.
- ✓ Les joints.

❖ Equipement en aval

Les équipements de cote refoulement sont :

- ✓ Les tuyaux de refoulement.
- ✓ Les robinets vanne.

- ✓ Les clapets anti – retour.
- ✓ Les divergents.
- ✓ Les joints.
- ✓ Le réservoir anti-bélier.

VI-5-3. Détermination du volume de la bache d'eau :

Le volume utile de la bache d'accumulation est déterminé d'après la formule suivante :

$$V_u = \frac{Q_j}{(4 \times N)} \quad \text{(VI.28)}$$

Avec : **Q_j** : Débit de fonctionnement en (m³/h) ;

N : Nombre de démarrage des pompes en une heure (=5).

$$V_u = 0.6 \times 3600 / (4 \times 5) = 54 \text{ m}^3$$

Donc le volume utile de la bache d'eau est :

$$V_u = 54 \text{ m}^3$$

VI-5-3-1. Surface de la bache :

Nous supposons une surface rectangulaire.

$$S = \frac{V_u}{H_u} \quad \text{(VI.29)}$$

Remarque

La hauteur de la chambre en (m), on le prend égal à H=3.8m.

Nous avons ajouté une hauteur de garde pour éviter toute mise en charge du collecteur d'arriver des eaux usées. On préconise une hauteur de garde de 0,20 m, H= 4m.

Nous prenons L=5m et l=3m

Donc le volume total de la bache est :

$$V = 5 \times 4 \times 3 = 60 \text{ m}^3$$

$$S = 48 / 4 = 20 \text{ m}^2$$

VI-5-4 Détermination de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale HMT d'un ou de plusieurs groupes submersibles s'exprime sous la forme suivante :

$$HMT_{max} = H_{gmax} + PDC_{tot} \quad \text{(VI.30)}$$

$$H_{gmax} = C_{Tr} - C_{Tp} \quad \text{(VI.31)}$$

AVEC : **C_{Tr}** : La cote TN du regard récepteur (960.,62 m)

C_{Tp} : La cote de la pompe

$$C_{Tp} = C_{Tsp} - H \quad \text{(VI.32)}$$

$$CT_p = 951 - 4 = 947 \text{ m}$$

$$H_{gmax} = 960.62 - 947 = 13.62 \text{ m}$$

Selon l'étude technico-économique nous avons trouvé :

$$D_{ext} \text{ (mm)} = 500\text{mm}$$

$$E_{paisseur} = 19.1 \text{ mm}$$

$$\varepsilon \text{ (mm)} = 0.01 \text{ mm}$$

$$\lambda = 0.0071.$$

$$\sum h_T = \mathbf{2.01096501 \text{ m.}}$$

Donc :

$$HMT_{max} = 13.62 + 2.01096501 = \mathbf{15.631 \text{ m}}$$

VI-5-5. Choix des pompes :

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égal à ce débit maximum.

Il faut aussi assurer le secours de la station, par une, ou deux pompes de secours, pour les utiliser en cas de panne.

VI-5-5-1 Les critères à respecter dans le choix :

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes.
- Le meilleur rendement.
- NPSH requis minimal.
- Puissance absorbée minimale.
- Vitesse de rotation élevée.

VI-5-5-2 Choix du nombre de pompes :

Pour le débit à refouler on préconisera une installation de pompes submergées en parallèle, en utilisant le logiciel Caprari(pumptutor) on obtient le tableau suivant présentant les caractéristiques des pompes selon la variante du nombre :

Tableaux VI. 9 : Caractéristiques pompes selon la variante du nombre

<i>Nombre pompes</i>	<i>Q (l/s)</i>	<i>HMT</i>	<i>Vitesse Rotation (tr/min)</i>	<i>Rendement (%)</i>	<i>Puissance Absorbée</i>	<i>NPSH (m) min</i>
<i>1</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
<i>2</i>	<i>160</i>	<i>15.9</i>	<i>870</i>	<i>78</i>	<i>31.4</i>	<i>3</i>
<i>3</i>	<i>100</i>	<i>15.7</i>	<i>870</i>	<i>72</i>	<i>21.7</i>	<i>3.4</i>
<i>4</i>	<i>88.6</i>	<i>16.4</i>	<i>870</i>	<i>67.7</i>	<i>21.4</i>	<i>3.5</i>

On choisit la variante de trois pompes identiques en parallèle car elle fournit le débit demandé et la HMT avec un bon rendement.

Numéro de série de la pompe : KSM250Z -N.

VI-5-5-3 Courbes caractéristiques et schéma de la variante choisie :

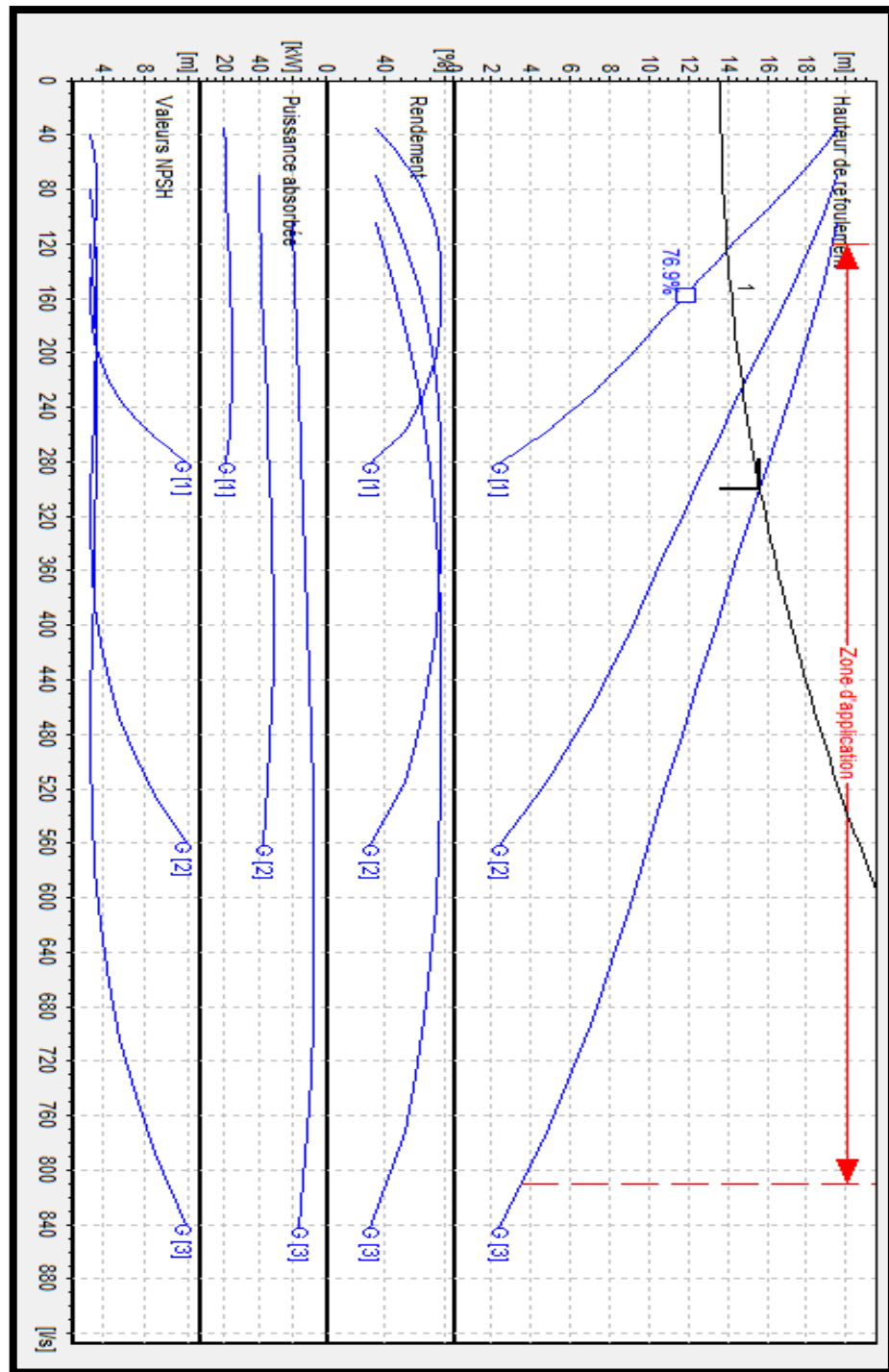
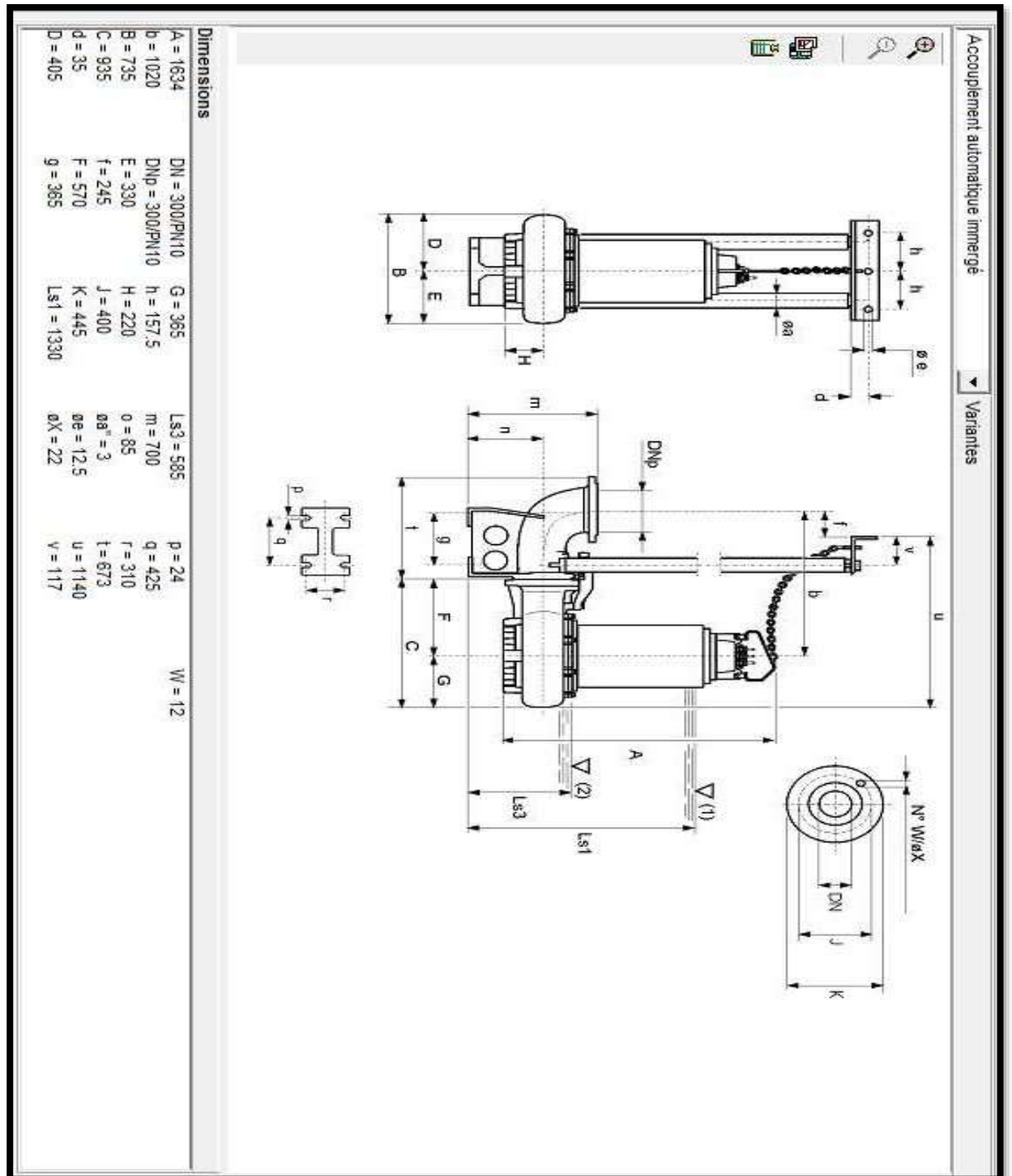


Figure (VI-17) : Courbes caractéristiques des pompes

VI-5-5-4 Schéma de la pompe :



Figure(VI-18) : Schéma de la pompe

VI-5-5-5 Corps de la pompe :

Pièce	Matériaux
Corps de pompe	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Acier-caoutchouc
Arbre	Acier inox
Garniture méca. côté pompe	Carb. silicium/Carb. Silicium
Chambre à huile	Fonte
Enveloppe du moteur	Fonte
Chemise (version R)	Acier inox
Sondes thermiques	Oui
Sonde de conductivité	Oui
Garniture méca. côté moteur	Graphite/Acier inox
Vis et écrous	Acier inox
Câble d'alimentation	10m

Figure(VI-19) : matériaux du corps de la pompe

Source: Logiciel Caprari

Remarque :

Le débit et la hauteur manométrique correspondant au point de fonctionnement étant respectivement presque égale au débit et à la hauteur manométrique appelés, une adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement sera nécessaire après le choix de l'installation complète dans une étude plus détaillée.

V.6.2.6. 5 Nombre de pompes de secours :

n : nombre de pompes principales .

Si $1 \leq n < 4$ nous aurons une seule pompe de secours.

$4 \leq n < 6$ nous aurons deux pompes de secours.

$6 \leq n$ Trois pompes de secours.

$N=3$ donc nous aurons une seule pompe de secours du même type et immatriculation.

V-5-5-6 Choix du moteur électrique :

Puisque la pompe demande un moteur électrique pour la faire tourner, il faut avoir des critères pour choisir le moteur le plus adapté avec la pompe choisie, et parmi ces critères on peut citer les suivants :

- Prendre en considération la puissance absorbée.
- Position de l'arbre de moteur (vertical ou horizontal).
- Vérification de nombre de tours de moteur. Il faut qu'elle soit égale, plus ou moins 200 tr/min par rapport à la vitesse de rotation de la pompe.
- La tension d'alimentation du moteur électrique.

Et pour choisir le type de moteur nous avons besoin de :

a-La vitesse de rotation de moteur :

Tel que : $N_{mot} = N_{Pompe}$ plus ou moins 200.

$$N_{mot} = 870 + 200 = 1070 \text{ tr/min.}$$

V-6-2-6-7 Puissance fournie par le moteur :

La puissance qui devra être fournie par le moteur est calculée par la formule suivante :

$$P_m = \frac{\rho * g * Q * k * HMT}{n_p * \eta_{acc} * \eta_m} \quad \text{(VI.33)}$$

P_m : puissance du moteur (watt).

ρg : Poids volumique de l'eau, $\rho * g = 9810 \text{ N/m}^3$.

Q : débit refoulé par une pompe.

HMT : hauteur manométrique totale minimum.

η_p : rendement de la pompe.

η_{acc} : rendement de l'accouplement, $\eta_{acc} = 0,93$.

η_m : rendement du moteur, $\eta_m = (92-95) \%$, nous prenons : $\eta_m = 92 \%$.

K : coefficient correcteur, est en fonction de la puissance de la pompe.

Tableau VI-10 : Coefficient de correction en fonction de la puissance de la pompe

P_{abs} (Kw)	1-2	2-10	10-50	50-100	100-200	> 200
K	2	2 - 1,3	1,3 - 1,2	1,2 - 1,1	1,1 - 1,05	1,05

Nous avons la puissance absorbée par la pompe $P_{abs} = 21.7 \text{ Kw}$ Donc

$$K = 1.3$$

AN :

$$P_m = \frac{9810 \cdot 0.1 \cdot 1.3 \cdot 15.7}{0.72 \cdot 0.93 \cdot 0.92} = 32.5 \text{ Kw}$$

VI-5-6 Equipement en amont :

Cas de conduite d'aspiration supprimée on nécessite qu'un équipement auxiliaire de dégrillage.

Le choix des divers équipements préconisés suivant la figure :

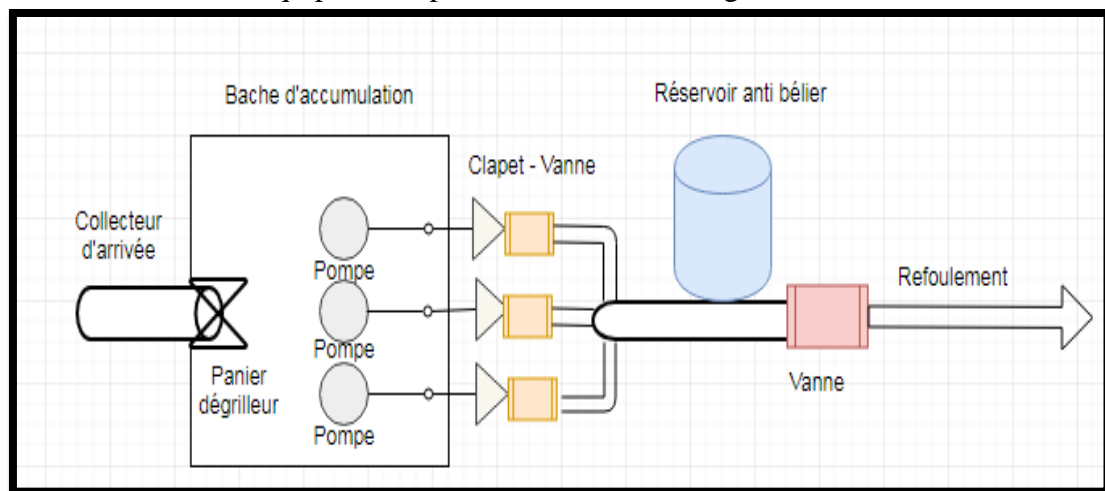


Figure (VI-20) : Schéma d'installation des équipements hydrauliques

Source : réalisée avec logiciel draw.io

VI-5-6-1 Dégrilleur :

Le panier dégrilleur permet la protection contre l'arrivée des objets et particules volumineuses (déchets > 50mm).

$$S = (Q_{max} / V \cdot O \cdot C) \quad \text{(VI.34)}$$

S : Surface du dégrilleur.

Q_{max} : débit de pointe d'entrée vers la cuve (m^3/s).

V : vitesse en $m/s = 0.95 \text{ m/s}$.

C : Coefficient de colmatage : nettoyage manuel = 0.2.

O : Coefficient de contraction : nous choisissons un espacement de 10 cm et un $d = 5$ cm.

Donc $O = 0.67$.

Nous aurons donc la surface du panier dégrilleur : $S = 2.47 \text{ m}^2$

Nous choisissons un panier de surface 3 m^2 .



Figure VI - 21 : Panier dégrilleur

Source : <http://championindustrielle.fr/?p=407>

VI-5-6-2 Equipement en aval :

Les pompes sont placées en parallèle, donc elles se joignent dans une seule conduite. Nous avons choisi le clapet anti-retour, la vanne de refoulement et le réservoir anti-bélier comme suit :

VI-5-6-2-1 Clapet anti-retour :

Un clapet anti-retour est un dispositif installé sur une tuyauterie qui permet de contrôler le sens de circulation d'un fluide quelconque. Le liquide, le gaz, l'air comprimé, ... peut passer dans un sens mais le flux est bloqué si celui-ci vient à s'inverser.

Puisque nous avons 3 pompes placées en parallèle, nous choisissons pour chacune un clapet anti-retour adéquat selon le diamètre de refoulement de chacune des pompes qui est de 250 mm donné par le logiciel Caprari. Nous choisissons donc un clapet anti-retour adéquat à notre diamètre de refoulement qui est de 300 mm pour les trois conduites de pompes :

Nous choisissons un clapet à double-battant entre brides CPH-hydro d'un code 1253-310 DN 250.

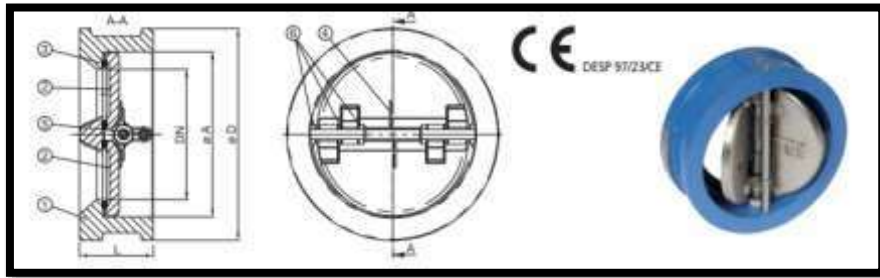


Figure VI - 22: Clapet anti-retour à double battant entre briques

Source : <https://www.atlantic-robinetterie.fr/catalogue/clapets-filtres-et-autres-protections/clapets-a-battant/p398-clapet-a-battant-double-fonte>

VI-5-6-2-2 Vanne de refoulement :

Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide généralement en cas de problème sur le réseau ou en cas de travaux sur la conduite.

Nous choisissons trois vannes guillotine DN 250 montrées sur la figure ci-dessous. La vanne à guillotine est une vanne de sectionnement pour eaux chargées. Sa pelle rectangulaire biseautée, coulissant à l'intérieur d'un corps à orifice circulaire ainsi que son système d'étanchéité breveté WEY®, la rendent particulièrement bien adaptée au transport de fluides chargés. Cette vanne est utilisable pour les eaux usées brutes, la boue, l'eau avec sédiments, en stations d'épuration et conduites d'assainissement sous pression.

Nous choisissons une vanne DN 250 pour la vanne principale à l'amont du réservoir anti-bélier.

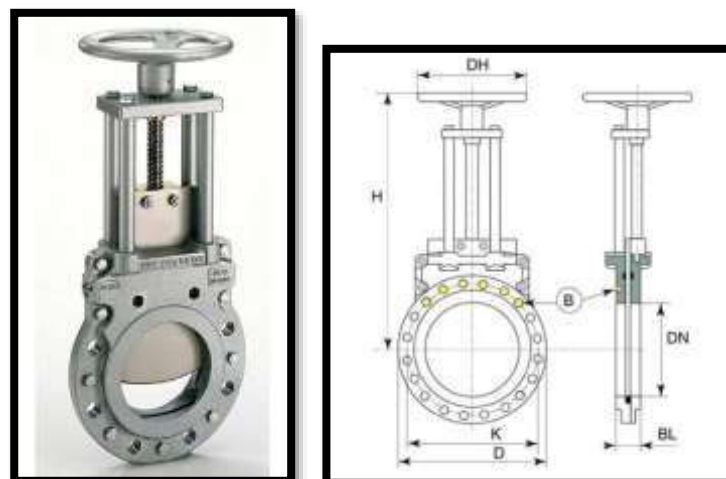


Figure VI - 23: Vanne guillotine DN500

Source : <https://www.pamline.fr/catalog/details/RASRV28VAG800>

VI.5-6-2-3 Réservoir Anti -Belier :

Le réservoir d'air est l'appareil le plus utilisé pour la protection contre le coup de bélier. C'est un récipient contenant de l'air comprimé dans sa partie supérieure et de l'eau dans sa partie inférieure.

Ces appareils sont aussi appelés "accumulateur, cloche à air, ballon d'air, réservoir anti-bélier, etc." (Figure (VI-25)).

Par ailleurs, un compresseur d'air est habituellement utilisé pour garder le volume d'air dans certaines limites (à cause des fuites) d'une part, et d'autre part, un clapet anti-retour est souvent prévu entre la pompe et le ballon d'air.

Ce dispositif est très simple et protégera l'installation aussi bien contre les dépressions que contre les surpressions.

Suite à une disjonction, le clapet se ferme et à ce moment-là, la pression de l'air de la cloche est encore supérieure à celle qui s'exerce à l'autre extrémité de la conduite. ainsi, une partie de l'eau de la cloche est chassée dans la conduite.

Après diminution progressive, puis annulation de sa vitesse, l'eau de la conduite revient en arrière et remonte dans la cloche, et ainsi de suite. La dissipation de l'énergie de l'eau peut être obtenue par le passage de celle-ci à travers un organe d'étranglement disposé à la base de la cloche.

A cause du remplissage ou de la vidange du réservoir anti-bélier, l'air dans ce dispositif se comprime ou se dilate, et l'amplitude de la surpression et de la dépression seront réduites suite à la variation graduelle de la vitesse d'écoulement dans la conduite.

(BERREKSI Ali,2016)

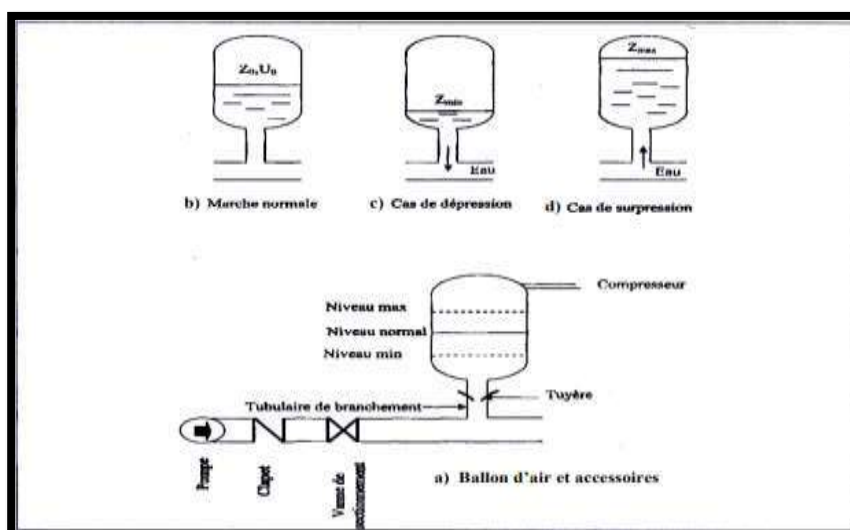


Figure (VI-23) : Schéma de réservoir anti bélier

Source : https://elearning.univ-bejaia.dz/pluginfile.php/206256/mod_resource/content/1/BERREKSI%20-%20COURS%20-%20HYDRAULIQUE%203%20-%20L3%20HU.pdf

Calcul simplifié d'un réservoir d'air :

Dans ce cas, on considère le phénomène comme une oscillation en masse, c'est-à-dire :

- On néglige l'élasticité de la conduite et la compressibilité de l'eau (mouvement en bloc).
- Les pertes de charge ne sont pas prises en considération dans la conduite de refoulement.
- Le dispositif ne comporte pas d'organe d'étranglement.

VIBERT a donné une expression relativement simple qui permet d'avoir le volume U_0 de l'air contenu dans la cloche sous un régime de marche à la vitesse V_0 . Les caractéristiques de l'air dans le réservoir d'air en marche normale sont Z_0 et U_0 .

Z_0 est la pression absolue exprimée en mètres d'eau. Si on néglige la hauteur de l'eau dans le réservoir d'air au-dessus de l'axe de la conduite, la pression absolue Z_0 est telle que : $Z_0 = H_r + 10$ (1) Où H_r correspond à la hauteur géométrique de refoulement.

Nous distinguons ici deux phases :

- **1ère phase** : A la fin de la dépression, l'air occupe un volume plus grand (Figure et sa pression sera donc plus faible ; ainsi la pression absolue est Z_{\min} .
- **2ème phase** : A la fin de la surpression, l'air occupe un volume plus petit qu'en marche normale et sa pression sera dans ce cas Z_{\max} .

VIBERT a donné un abaque permettant d'avoir U_0 , et ceci en utilisant l'expression suivante :

$$\frac{U_0}{LS} = \frac{h_0}{z_0} = \frac{1}{f\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad (\text{VI.35})$$

Dans laquelle $\frac{U_0}{LS}$, $\frac{h_0}{z_0}$, $\frac{1}{f\left(\frac{z}{z_0}\right)}$ se trouvent sur les trois échelles de l'abaque de Vibert

(Annexe VII) avec : (VI.36)

- U_0 : Volume d'air en mètres cubes.
- L : Longueur de la conduite en mètres.
- S : Section de la conduite en mètres carrés.
- $h_0 = \frac{V_0^2}{2 \cdot g}$

Dimensionnement :

Calcul simplifiée par la formule d'Alleivi nous avons :

$$C = (9900 / (48.3 + k \cdot (D/e)^{0.5})) \quad (\text{VI.37})$$

C : célérité d'ondes.

e : épaisseur de la conduite en mm.

D : diamètre de la conduite en mm.

K : coefficient proportionnel au module d'élasticité des parois de la conduite dépendant du matériau constituant la canalisation pour notre cas $k = 83$.

Dans le cas de la surpression : $H_s = H_g + \Delta H$. (VI.38)

Dans le cas de dépression : $H_d = H_g - \Delta H$. (VI.39)

V_0 : Vitesse d'écoulement en régime normale.

g : accélération de la pesanteur .

Tableau VI-11 : Récapitulatif des paramètres

Conduite	Q (l/s)	D(mm)	S(m ²)	L(m)	E(mm)	C(m/s)	V0 m/s	Hg m	ΔH(m)	Hs(m)	Hd(m)
Refoulement	300	500	0.196	402	19.1	20.93	1.53	13.62	2.02	15.64	11.6

Après, nous procédons selon l'abaque de Vibert à trouver le volume d'air contenu dans la cloche sous un régime de marche à la vitesse V_0 :

La charge statique absolue : $Z_0 = H_g + 10 = 23.62 \text{ m}$ (VI.40)

La charge tenant compte du coup de bélier : $Z = H_g + (C \cdot V_0 / g) = 16.9 \text{ m}$ (VI.41)

La charge maximale absolue : $Z_{\max} = Z_0 + (C \cdot V_0 / g) = 26.86 \text{ m}$ (VI.42)

h_0 : Perte de charge diaphragme dans le sens conduite-réservoir d'air :

$h_0 = (V_0)^2 / 2g = 0.12 \text{ m}$ (VI.43)

$h_0 / Z_0 = 0.005$

$Z_{\max} / Z_0 = 1.14$

Selon l'abaque de Vibert présentée dans l'annexe VII on trouve $U_0 / L \cdot S = 0.02$ et

$Z_{\min} / Z_0 = 0.87$ (VI.44)

Donc nous aurons $U_0 = 0.02 \cdot 402 \cdot 0.196 = 1.6 \text{ m}^3$.

Et $U_{\max} = U_0 / (Z_{\min} / Z_0) = 1.83 \text{ m}^3$ (VI.45)

Ce volume U_{max} sera majoré de 30% car le réservoir ne se vide pas, donc nous aurons un volume de réservoir d'air de : $1.83 + 30\% * 1.83 = 2.4 \text{ m}^3$ nous assimilerons ce calcul a 2.5 mètres cubes.

Dimensionnement du diaphragme :

Le diaphragme assure que l'eau ne rentre jamais en contact avec l'air. Ceci permet d'éviter d'une part une déperdition de pression, d'autre part le risque de corrosion et d'usure.

Nous dimensionnons le diaphragme a partir de l'abaque de Dubin et Guéneau (Annexe VIII):

Nous calculons tout d'abord les deux paramètres :

$$A = (C * V_0) / (H_g * g) \quad (\text{VI.46})$$

A=0.33 on projette donc sur la courbe : A=0.5

$$B = (V_0^2 / g * H_g) * (V_c / U_0) \quad (\text{VI.46})$$

Tq V_c : volume de la conduite

B= 0.49 on projette donc sur la courbe : B=0.4

Nous lisons sur l'abaque donc :

$$\alpha \times \frac{V_0^2}{H_g} = 1.5 \text{ donc on aura } \alpha = 8.73$$

$$\alpha = \frac{1}{2 * g} \times \left[\frac{D^2}{0.6 * d^2} - 1 \right]^2$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite.

d : Diamètre de diaphragme.

Nous aurons après calcul $d = 0.172 \text{ m} = 172 \text{ mm}$ on prend $d = 200 \text{ mm}$

VI-5-7 Armoire électrique :

Le choix de l'armoire électrique se fera après étude électrique du système selon les étapes suivantes :

1. Conception des schémas électriques de puissance et de commande.
2. Etude de câblage.
3. Programmation de l'automate.
4. Mise en place du système de télégestion. **(Ridha CHAYEH ,2016)**

Le mode de fonctionnement de la station de refoulement est déterminé par 3 sélecteurs de mode à 3 positions (Manuel-Arrêt-Automatique) :

- Position Arrêt : Aucune mise en service de pompe n'est possible
- Position Manuel : permet la mise en service des pompes séparément par des boutons marche-Arrêt à condition que le niveau d'eau dans la bache ne soit pas inférieur au niveau très bas
- Position Automatique : permet la mise en service automatique des pompes gérée par l'automate programmable et asservie aux seuils de niveau, détectés par la sonde à ultrasons, et paramétrables à partir de la console de paramétrage intègre.

(Ridha CHAYEH ,2016)

VI-5-7-1 Equipements électriques annexes :

VI-5-7-1-1 Détecteurs de niveaux (flotteurs) :

Flotteur écologique sans mercure et sans plomb utilisé pour la détection de niveau pour eau usées en polypropylène commandé par micro interrupteur d'une profondeur d'immersion de 15 m.

(Ridha CHAYEH ,2016)

VI-5-7-1-2 Détecteurs de niveaux (sonde ultrasonique) :

Son principe de fonctionnement repose comme son nom l'indique sur l'utilisation des ultrasons. Ce sont des ondes acoustiques dont la fréquence est trop élevée pour être audible par l'être humain. Ici, on mesurera un niveau grâce au capteur ultrasonique. On peut utiliser d'autres moyens (la pression hydrostatique exercée par le fluide par exemple) pour déterminer le niveau d'un produit dans une cuve, mais la mesure de niveau par ultrasons permet d'effectuer une mesure sans contact avec le produit.

(Ridha CHAYEH ,2016)

Remarque :

Le tracé impose le passage de la conduite de refoulement par Oued Sareg, pour cela des lests en béton armé seront préconisés sur les deux cotés de la traversée pour stabiliser la conduite lors des crues, Les lests sont traditionnellement réalisés en béton armé. Leur forme est symétrique par rapport à un axe transversal de la canalisation et conçue de telle sorte que la canalisation repose au minimum à un quart de son diamètre au-dessus du sol. Une forme carrée permet d'éviter les mouvements de torsion lors des déformations maximales, la longueur des lests est optimisée pour minimiser la pression de surface entre la canalisation et le lestage.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons choisi les matériaux des ouvrages d'évacuation principales et nous avons effectué le dimensionnement des ouvrages annexes (déversoir d'orage, station de refoulement).

-Nous avons préconisé un déversoir latéral pour décharger le réseau d'un seuil de 0.25 mètres et de longueur 1.4 mètres

-Nous avons dimensionné la station de refoulement et nous avons effectuée le choix des différents matériaux et dimensionnement constituant l'ossature de la station.

CHAPITRE VII :

-Organisation de Chantier-

CHAPITRE VII

-Organisation de chantier-

Introduction :

L'importance économique de l'ensemble des ouvrages hydrauliques sera pour une part, fonction d'une organisation qui consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

VII-1 Emplacement des canalisations :

Dans les rues de moins de 15m de largeur, les conduites sont placées en général dans l'axe de la chaussée, dans les rues plus larges la pose d'un égout sous chaque trottoir impose.

VII-2 Exécution des travaux :

Les principales opérations à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites.
- Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de végétation.
- Emplacement des jalons des piquets.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Assemblage des tuyaux.
- Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Construction des regards.
- Remblai des tranchées.

VII-3 Manutention et stockage des conduites :

VII-3-1 Chargement et transport :

Le chargement des véhicules doit être effectuée de façon à ce qu'aucune détérioration ou déformation des tubes et des accessoires ne se produise pendant le transport. Nous devons éviter :

- Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes.
- Les emboîtures doivent dépasser la pile.

VII-3-2-stockage :

L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée
L'empilement doit se faire en altérant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile ; La hauteur de gerbage doit être limitée à 1.50m.

Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation ;
Eviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques.

Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la chaleur.(

Pour le stockage provisoire des collecteurs au long du tracé :

- Stocker les tuyaux le long du tracé prédéfini pour la pose (mais à une distance suffisante du bord de la tranchée)
- Stockez les tuyaux de préférence dans le sens transversal par rapport à la tranchée
- Veillez à ce que le sol soit stable et dépourvu d'obstacles (grosses pierres...)
- Il est préférable de ne pas superposer plusieurs rangées de tuyaux.



FIGURE VII-1 : Stockage de collecteurs

Source : <http://www.mehat.fr/assainissement/tuyaux-en-beton>

VII-3-3- Décapage :

Si la tranchée est ouverte sous les voies publiques, le décapage est fait avec soin sans dégradation des parties voisines. Le décapage de cette couche se fait par un bulldozer sur une couche de 10 cm.



Figure VII-2 : décapage par bulldozer

Source : <https://www.archiexpo.fr/prod/caterpillar/product-1995-1744808.html>

VII-4 Implantation des regards et des axes des tranchées :

Suivant les tracés du plan de masse on place des jalons ou piquets tout au long de l'axe des tranchées et aussi dans chaque emplacement d'un regard et a chaque branchement ou jonction en utilisant donc en plus du plan de masse les niveaux, théodolites et les mires

VII-5 Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards :

Les travaux d'excavation des tranchées se font mécaniquement, on doit suivre les pentes des conduites même si les tranchées sont très profondes (3 à 4 m), il faut veiller à ce que la conduite d'assainissement soit plus basse que celle d'eau potable, pour éviter la contamination de l'eau en cas de fuite d'eau usée. Pour les regards et les autres ouvrages, la tranchée sera généralement creusée de façon qu'entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée y'aura un espace libre. (Cours ODC,2017)

VII-3-5-1 Largeur du fond de la tranchée :

La largeur d'ouverture de tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + (2 \times 0.13) \text{ (m)} \quad \text{(VII.1)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m) d : diamètre de la conduite (m)

VII-3-5-2 Profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêchera toute intercommunication avec les autres conduites.

La profondeur de la tranchée est :

$$H = e + d + h \text{ (m)} \quad \text{(VII.2)}$$

Avec :

- H : profondeur de la tranchée. (m)
- e : hauteur de lit de pose.(m)
- d : diamètre de la conduite. (m)
- h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite

VII-3-5-3 choix des engins de terrassement :

Pour l'excavation des tranchées et des fouilles des regards du réseau, La pelle hydraulique en position retro sera utilisée dont Les aptitudes sont :

- Creuser au-dessous de la surface d'appui.
- Creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical.
- Creuser à une profondeur importante.
- Creuser dans la direction de la machine.



Figure VII-3 : Tranchée par pelle rétro

Source : <https://travauxbeton.fr/creuser-une-tranchee/>

VII-6 Aménagement du lit de sable :

Les conduites seront posées sur un lit de pose de sable d'épaisseur égale au moins à 10 cm. Le lit de sable devra être bien nivelé suivant les côtes du profil en long et doit être constitué de sable contenant au moins 12 % de particules inférieures à 0,1 mm

Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaire : exécution d'un béton de propreté, des berceaux ou même des dalles de répétition.

VII-7 Mise en place des canalisations :

La pose de canalisation d'assainissement s'opère de l'aval vers l'amont. Avant la mise en place des conduites en fouilles on procède au triage des conduites de façon à remplacer celles qui ont subi des chocs importants, ou des fissurations, on doit s'assurer au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur des conduites. On doit vérifier l'état de revêtement intérieur et extérieur des tuyaux.

Une conduite doit toujours être posée avec une légère pente afin de créer des points pour évacuer l'aire entraîne, soit lors du remplissage, ou pendant le fonctionnement des conduites.

Les tuyaux seront posés en fouilles au moyen d'une grue ou d'une pose tube, la descente des tuyaux doit être faite lentement et dans l'ordre. Il faut aussi vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux.



Figure VII-4 : mise en place des canalisations

Source : <https://febe.be/frontend/files/userfiles/files/Andere%20Publicaties/publication-techniques/Pose%20de%20tuyaux%20en%20beton.pdf>

VII-8 Assemblage des conduites :

Il existe différents assemblages de tuyaux. Méthodes autorisées :

-AVEC CHAÎNES ET ÉLINGUES : Le tuyau est suspendu par des chaînes ou des élingues et déposé dans le fond de la tranchée ; dès que l'embout mâle est positionné à hauteur du manchon, le tuyau est inséré par traction d'une grue. La chaîne ou l'élingue est serrée au plus près sur le tuyau à insérer et une force de traction est appliquée par le bras de la grue.

-AVEC DES OUTILS DE TRACTION (TIRE-FORT) : Cette méthode convient surtout pour les tuyaux de grandes dimensions : on utilise un ou plusieurs tirefort ou un système de serrage pour tirer les tuyaux l'un dans l'autre. L'avantage majeur de ce système est que la force est appliquée dans l'axe de la canalisation en l'absence de tout mouvement incontrôlé.

VII-9 Remblaiement et compactage des tranchées :

Après la pose des canalisations, le remblaiement des tranchées est effectué afin de reconstituer le terrain naturel ; les remblais sont effectués par couches de 20 cm soigneusement compactées et damées. (ODC Cours 4^{ème} année,2017)

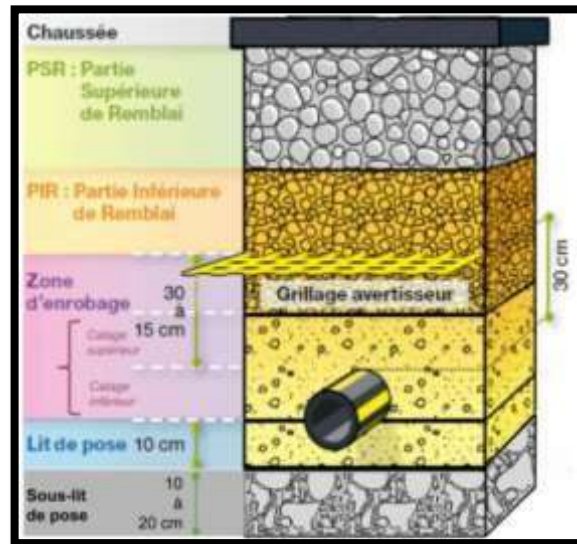


Figure VII-5 : différentes couches de remblaiement de conduite

Source : <https://www.wikip.fr/terrassement-en-trancheacutees>

Le remblaiement des tranchées et leur compactage est effectué avec des engins généralement : le chargeur et le rouleau lisse.

VII-9-1 Les chargeurs :

Un chargeur sur pneus, ou chargeuse sur pneus, est un engin de chantier, il comporte un corps automoteur articulé et une benne de grande taille à l'avant. Celle-ci, aussi appelée godet, peut effectuer un mouvement vertical et pivoter autour de son axe porteur.

Les imposantes roues du chargeur, mues par un moteur puissant, permettent la pratique de tous types de terrain suffisamment durs et une poussée importante vers l'avant.

(ODC Cours 4^{ème} année,2017)



Figure VII-6 : Chargeur sur pneus

Source : <https://stollhydraulics.lu/produit/chargeur-sur-pneus-w130b/>

VII-9-2 Le rouleau lisse :

Is sont constitués d'un ou plusieurs éléments appelés billes, fabriqués en tôle de 5 mm, éventuellement remplis d'eau pour les alourdir. Lorsqu'on veut éviter de trop aplanir le sol, on utilise un rouleau de ce type dont la surface est ondulée. Les rouleaux culti-tasseurs (cultipackers en anglais) sont constitués de l'assemblage de 2 rouleaux, portant chacun des disques en fonte, parfaitement jointifs de 30 à 40 cm de diamètre. Les disques du rouleau avant sont plus grands que ceux de l'arrière et légèrement décalés par rapport à ceux-ci (d'une demi-largeur de rouleau) : ainsi les disques placés à l'arrière tassent la partie du sol qui n'a pas été touchée par les disques placés à l'avant. Le travail de fragmentation s'effectue par poinçonnement sur l'arête vive du disque. Lorsque la fragmentation des mottes s'avère particulièrement difficile, on peut utiliser deux trains de disques différents : lisses à l'avant, crénelés à l'arrière.

Il comprend :

- Un châssis
- Des roues larges (cylindres) avec une couche d'usure d'acier au manganèse.
- Les organes de manœuvre. **(Cours ODC 4^{ème} année, 2017)**



Figure VII-7 : Rouleau lisse

Source : <http://www.formalourd.ca/rouleau-compacteur/>

VII-10 Construction des regards :

Les regards peuvent être constitués d'éléments préfabriqués, de maçonnerie en briques, de béton armé ou de matière plastique, suivant les indications des plans et les normes indiqués dans le bordereau de soumission.

- L'exécution des regards répond aux détails renseignés dans les plans-types d'exécution et les profils en long ou aux indications du pouvoir adjudicateur.
- Les regards en maçonnerie sont réalisés suivant les indications du bordereau de soumission.
- Tous les regards et ouvrages visitables (déversoirs d'orage) sont munis d'échelons, de crochets ou d'une échelle suivant les indications du bordereau de soumission.
- Pendant l'exécution des travaux et jusqu'à la prise des bétons, la fouille est tenue à sec.

Les différentes opérations pour l'exécution d'un regard sont les suivantes :

1. Réglage du fond du regard ;
2. Exécution de la couche du béton de propreté ;
3. Ferrailage du radier de regard.
4. Bétonnage du radier.
5. Ferrailage des parois.
6. Coffrage des parois.
7. Bétonnage des parois.

8. Décoffrage des parois.
9. Ferrailage de la dalle.
10. Coffrage de la dalle.
11. Bétonnage de la dalle.
12. Décoffrage de la dalle.
13. Après l'achèvement de l'ensemble des travaux, toute la conduite et tous les

(Travaux de canalisation,2005)

VII-11 Devis quantitatif et estimatif :

Afin d'avoir une idée sur le cout de réalisation de notre projet, il faut passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain

Pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant.

Les différentes taches effectuées par ordre chronologique sont :

- Les travaux de décapage de la Couche de terre végétale.
- L'exécution des tranchées.
- La fourniture et la pose du lit de sable.
- La fourniture et la pose des buses en béton ou en béton arme.
- La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton arme.
- Les Tavaux de remblaiement de la tranchée.
- Le transport des sols excédentaires.

Le logiciel Covadis permet de faire le bordereau des prix et d'établir le devis quantitatif et estimatif.

Le prix total de la station de refoulement est prix approximativement avec une surestimation.

Le tableau suivant représente le devis quantitatif et estimatif du projet :

Tableau VII-1 : devis estimatif et quantitatif

Numéro	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
A	Travaux de terrassement				
1	Décapage de la tranchée	m3	8876	150	DZD 1,331,400.00
2	Déblais	m3	69425	300	DZD 20,827,500.00
3	Pose du lit de sable	m3	6135	1200	DZD 7,362,000.00
4	Remblai de tranchée	m3	46746	150	DZD 7,011,900.00
5	Evacuation des déblais excédentaire	m3	22679	300	DZD 6,803,700.00
B	Canalisation				
	Foumiture, transport et pose de canalisation				
1					
Diamètre (mm)	Canalisation en beton arme				
	400	ml	2130	1500	DZD 3,195,000.00
	500	ml	860	2000	DZD 1,720,000.00
	600	ml	595	2200	DZD 1,309,000.00
	800	ml	9618	2300	DZD 22,121,400.00
	1000	ml	887	2500	DZD 2,217,500.00
	1200	ml	250	7100	DZD 1,775,000.00
	1400	ml	2044	8000	DZD 16,352,000.00
2	Canalisation en PEHD				
	500	ml	403	7240	DZD 2,917,720.00
	250	ml	3	7240	DZD 21,720.00
3	Canalisation en PVC	ml			
	300	ml	2400	5000	DZD 12,000,000.00
	400	ml	1442	8000	DZD 11,536,000.00
	500	ml	856	10000	DZD 8,560,000.00
C	Construction				
1	Construction des regards en béton armé	u	350	35000	DZD 12,250,000.00
2	Exécution du déversoir d'orage	u	1	300000	DZD 300,000.00
D	Station de refoulement	u	1	10000000,00	10000000,00
	THT				DZD 139,611,840.00
	TVA 19%				DZD 26,526,249.60
	TTC				DZD 166,138,089.60

Source des prix : Bureau d'étude Hydro-life Sétif

VII-12 Planification des travaux :

Elle consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utiliser avec économie les ressources humaines et matériels afin d'assurer l'efficacité des actions à entreprendre,

VII-12-1 Techniques de la planification :

Il existe deux principales méthodes de planification a savoir :

Méthodes basées sur le réseau.

Méthodes basées sur le graphique.

La méthode préconisée sera celle basées sur le réseau

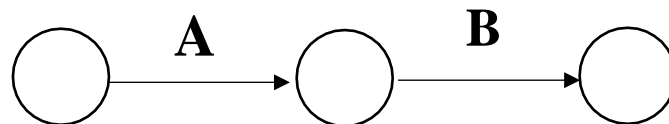
VII-12-1 Méthodes basées sur le réseau :

VII-12-1-1 Définition du réseau :

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisations.

VII-12-1-2 Réseau à flèches :

L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds :



L'opération A précède l'opération B

VII-12-1-3 Réseau à nœuds :

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches



L'opération (B) ne peut commencer que si l'opération (A) est complètement achevée.

VII-12-1-4 Méthode C.P.M (méthode du chemin critique) :

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

1 ère phase : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré ;

2eme phase : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour pour jour, selon l'unité de temps retenue ;

3eme phase : adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise.

VII-12-2 Les étapes de la planification :

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes :

VII-12-2-1 Collection des informations :

L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de notre projet.

VII-12-2-2 Décomposition du projet :

C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières ; nous attribuons à chaque tâche un responsable et ses besoins en matériels.

VII-12-2-3 Relations entre les tâches :

Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de la réalisation, l'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

VII-12-2-4 Les paramètres de la méthode C.P.M :

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

- TR : temps de réalisation ;
- DCP : date de commencement au plus tôt ;
- DCP_P : date de commencement au plus tard ;
- DFP : date de finition au plus tôt ;
- DFPP : date de finition au plus tard ;
- MT : marge totale.

Et :

$$DFP = DCP + TR$$

$$DCP_{P} = DFPP - TR$$



Chemin critique (C.C) :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$MT = 0$$

$$\sum TR_{c-c} = D. T. P$$



VII-12-2-5 Attribution des durées de chaque opération :

Pour l'attribution du temps, il est nécessaire de se baser sur deux points : Le nombre de ressources (moyens humains et matériels) ;

VII-12-3 Dimensions du projet :

En utilisant les normes C.N.A.T, on pourra appliquer la formule suivante :

$$T = Q.N/n \quad \text{(VII-1)}$$

Avec :

- Q = Quantité de travail
- N = Rendement
- n = Nombre d'équipes

Pour le projet étudié l'estimation des temps de réalisation est approximative et se fera on se basant sur les mémoires de fin d'étude de projet semblable.

VII-12-3-1 Symboles des différentes opérations et temps de réalisation :

Les principales opérations à exécuter sont :

- A. Décapage de la couche de terre.
- B. Piquetage
- C. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- D. Aménagement du lit de pose.
- E. Construction des regards.
- F. La mise en place des canalisations en tranchée.
- G. Constructions des ouvrages annexes.
- H. Assemblage des tuyaux.
- I. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- J. Remblai des tranchées.
- K. travaux de finition.

Tableau VII-2 : Opérations et leurs temps de réalisations

Désignation	Opération	TR (jours)
A.	Décapage de la couche de terre.	40
B.	Piquetage	20
C.	Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.	100
D.	Aménagement du lit de pose.	70
E.	Construction des regards.	60
F.	La mise en place des canalisations en tranchée.	85
G.	Constructions des ouvrages annexes	100
H.	Assemblage des tuyaux.	60
I.	Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.	30
J.	Remblai des tranchées.	60
K.	Travaux de finition.	35

Après le calcul du réseau a nœud (Figure VII-7) les résultats sont :

- La durée totale du projet est estimée à : 445 jours .
- Le chemin critique est : A -> B -> C -> G -> H -> I -> J -> K

Conclusion :

Une étude plus élaborée de l'organisation de chantier est nécessaire pour mieux avoir un meilleur rendement et rentabilité économique et technique, le cout totale estimé du projet est évalué à cent vingt-sept millions et neufs cents quarante-trois mille, huit cents quarante-neuf dinars algériens .

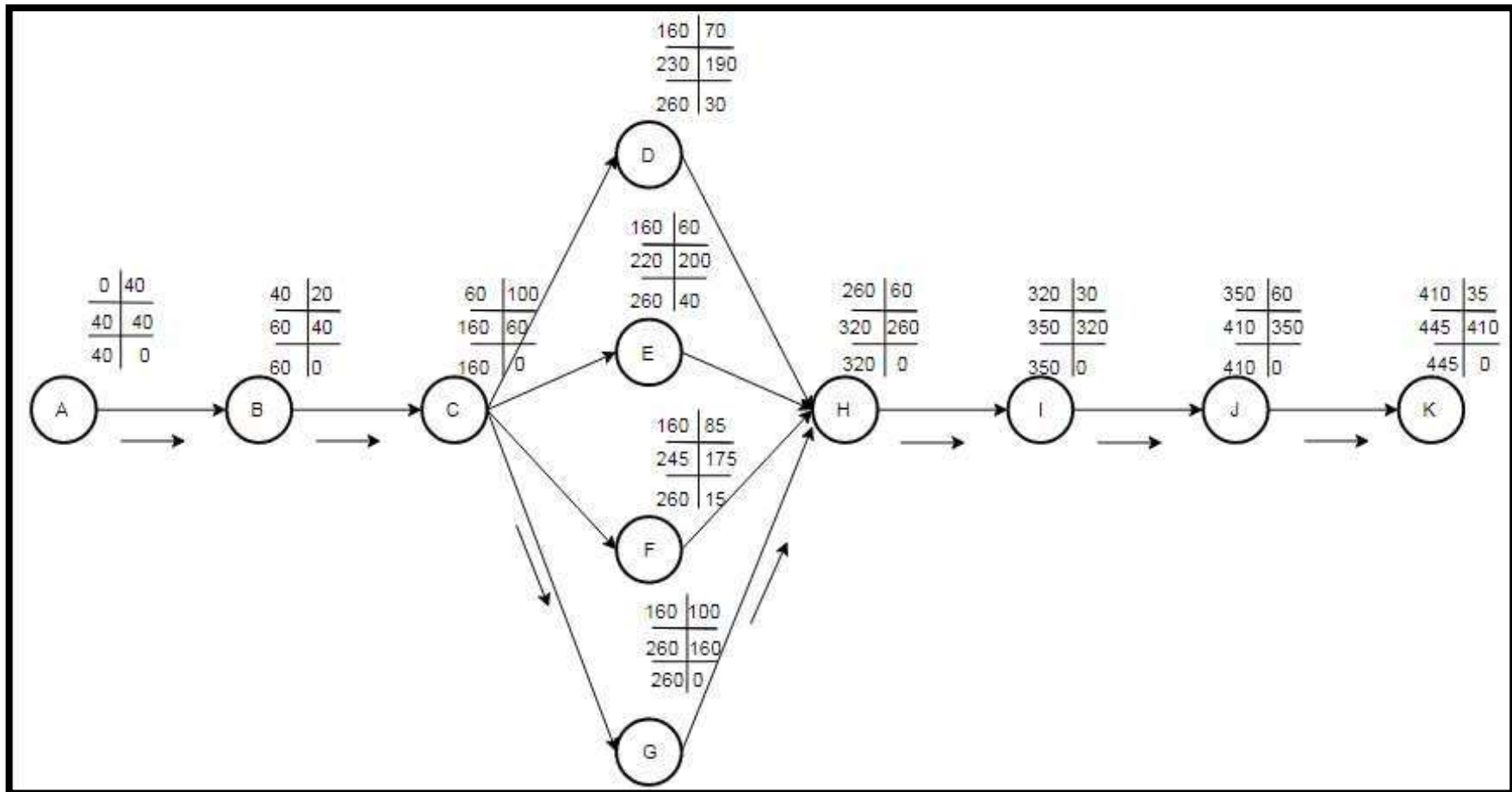


Figure VII-8 : Réseau a nœud des opérations du projet

Source : réalisée avec draw.io

Conclusion Générale :

De nos jours l'épuration des eaux usées est devenue primordiale à cause de la pollution environnementale et la propagation des maladies liées à l'eau vu le développement rapide des extensions des villes ces dernières années, dans cette étude nous avons étudié la projection d'un réseau d'évacuation unitaire d'eaux usées et pluviales pour intercepter les rejets de la cité Boukhabla située au nord-ouest de la ville d'El Eulma wilaya de Sétif.

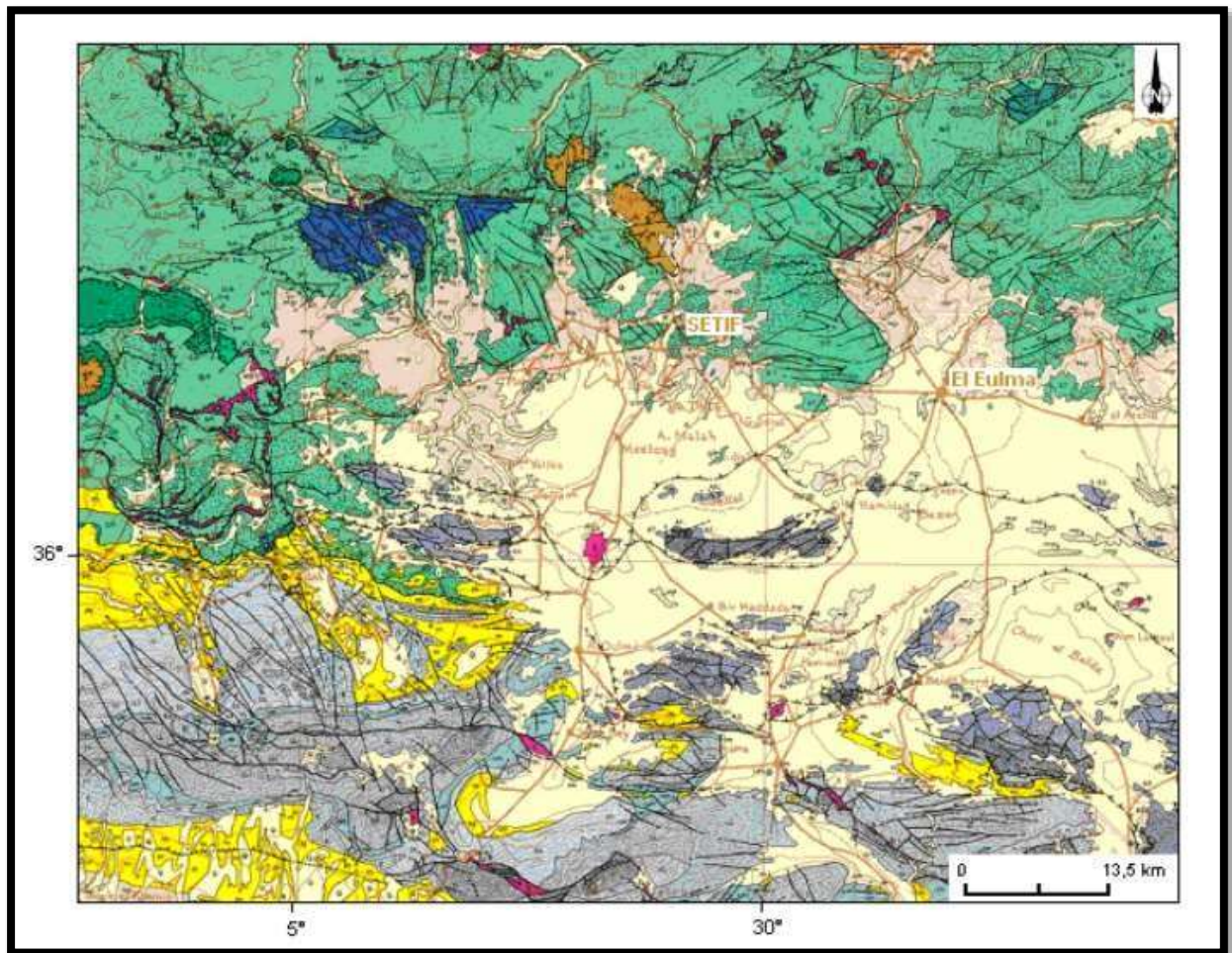
Le tracé optimal d'évacuation a été choisie selon le plan de masse et topographie de la région et cela après comparative beaucoup plus technique entre des variantes proposées.

La solution proposée d'évacuation qui se caractérise par un linéaire important (25 kilomètres) reste une solution coûteuse vu l'éloignement considérable de la station d'épuration, le déroulement et l'organisation de travaux doit se faire selon les normes pour respecter le délai de réalisation.

Références Bibliographiques :

- ✚ Bénina, TOUAIBIA. 2014. *Manuel pratique d'hydrologie*. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. Blida.
- ✚ Boualem, SALAH. 2014. *Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations*. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. Blida.
- ✚ Régis, BOURRIER. 1981. *Les réseaux d'assainissement, calculs, applications et perspectives*. Lavoisier. Paris.
- ✚ ———. 2008. *Les réseaux d'assainissement - calculs, applications, perspectives (5e édition)*. Lavoisier.
- ✚ Ali, BERREKSI. 2016. « COURS Module: HYDRAULIQUE 3 ». Université Abderrahmane Mira de Bejaia Faculté de Technologie Département d'Hydraulique.
- ✚ « Cours organisation de chantier. » 2017. Ecole Nationale Supérieure Hydraulique.
- ✚ Chahinez, AOUMER. 2013. « Etude de l'Alimentation en Eau Potable de la cité Goutali ville d'El-Eulma wilaya de Sétif à partir du champ de captage Dhamcha ». Université Abderrahmane Miira , Bejaia.
- ✚ Mohamed, BENOUDA. 2011. « diagnostique et conception du réseau d'assainissement de la cité Sidi Boumaaza et polyclinique ville Bou Ismail W Tipaza. »
- ✚ Ridha, CHAYEH. 2017. « Etude, Conception et Réalisation d'une armoire électrique pour la Station de Pompage SP2 Rades avec la mise en place d'un système de Télégestion ». Institut supérieure des étude technologiques Rades departement génie électrique.

ANNEXE I : Carte géologique Sétif avec légende échelle 1/50000 :



ROCHES RECENTES ET CYCLES POSTERIEURS AU BURDIGALIEN INFERIEUR

- Quaternaire (différencié) (alluvions récentes à actuelles).
- Pliocène marin des zones côtières.
- Mi-Pliocène continental.
- Synthémisocène supérieur-Langhien de la marge téticenne.
- Miosène marin transgressif (différencié des nappes telliennes et de leur éventuelle allochtone parastochone ou subochtone).

ENSEMBLE ALLOCHTONE SUD-SETIFIEN

- 1- Lutèce à Thersites et à galets des Bastilles méridionaux.
- 2- Crétacé moyen et supérieur.
- 3- Crétacé inférieur.
- 4- Jurassique carbonaté.

SIRIS MERIDIONALE DU DJEBEL KALADIN

- Jurassique d'âge carbonaté puis marno-calcaire (grès, sables) et Miosènes (grès, lènes).

NAPPE HERIOTIQUE CONSTANTINOISE

SIRIS ENTIEREMENT CARBONATÉES A SENOIEN TRANSRESSIF REBUI

- 1- Comenien, Turonien et Sénonien transgressif.
- 2- Crétacé inférieur (Maastricht à Albien).
- 3- Jurassique et Trias de la station du Naour.

SÉRIE INTERMÉDIAIRE DU DJEBEL SAFFA

- 1- Crétacé moyen et supérieur.
- 2- Crétacé inférieur.
- 3- Jurassique supérieur carbonaté.

NAPPES TELLIENNES S.S

- BB : TYPE BARRACHA**
- BA : TYPE ORAA EL ARBA**
- BI : TYPE BIRANIQUE**
- T : UNITÉS TELLIENNES NON DIFFÉRENCIÉS PARFOIS RÉDUITES A LEUR IOCÈNE DÉCOUPE**

- GA : TYPE GOURAYA-ARRAIOU**
- BA : TYPE BENO-ABDALLAH**
- DJ : DE DJEMILA**

- 1- Tertiaire à Préalpinien basal (T).
- 2- Crétacé moyen à Paléocène.
- 3- Crétacé inférieur.
- 4- Jurassique.

TRIAS EXOTIQUE DU ETTRUSIE

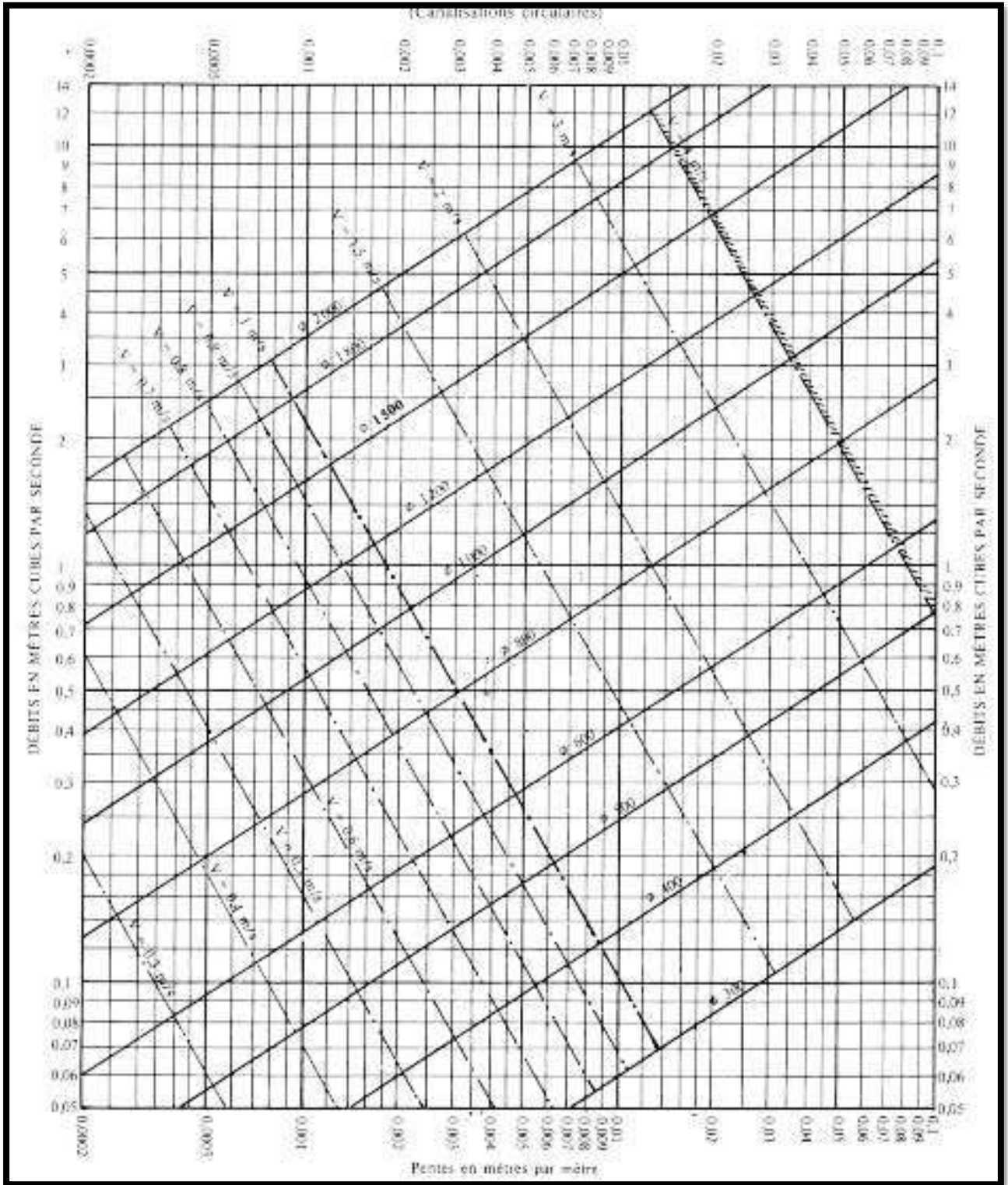
- Argiles, gyps, brèches et grès calcareo-sulfatés.
- Trias résiduel.

SIGNES CONVENTIONNELS

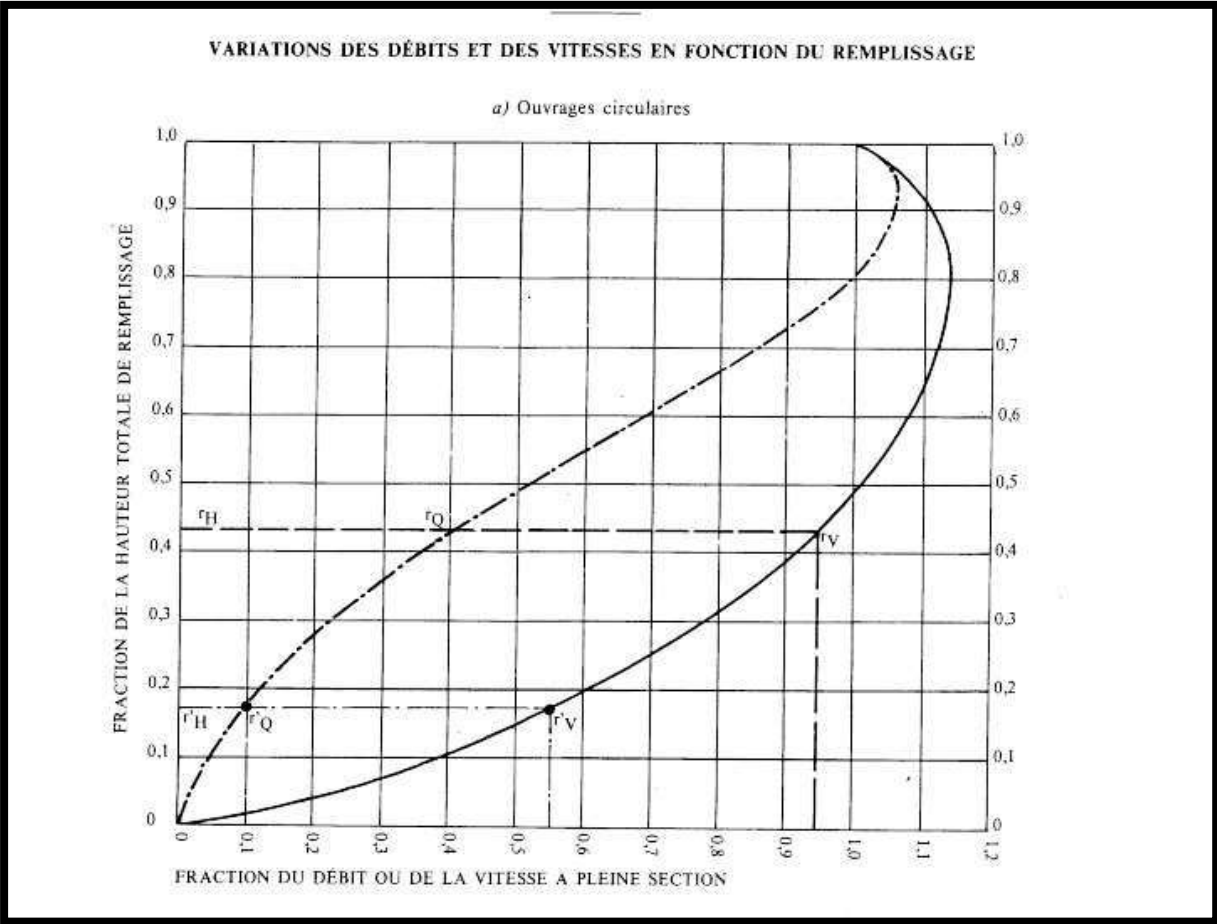
ANNEXE II : dotations d'équipements publiques

Type d'équipement	Unité de mesure	Dotation (l/j/unité)
hôtel	lits	100
Centre de rééducation des sportifs	ha	10
Lycée+CEM	Elève	10
Maison de jeunes et salle polyvalente	ha	5
Ecole supérieur du tourisme	Elève	5
hôpital	patient	200
Ecole paramédicale	élève	5
Grande mosquée	fidèles	-
Marche+centre commercial	ha	5
Centre spécialisé de sauvegarde de la jeunesse	ha	10
Centre medio pédagogique	malade	5

ANNEXE III : Abaques Bazin Conduites circulaires.



ANNEXE IV : Abaques de calcul des rapports (vitesse, débit, hauteur).



ANNEXE V : Suite Calcul hydraulique du réseau :

Calcul hydraulique Réseau cité Boukhabla :

Tronçon	Débit (m³/s)	Diam. Théorique (mm)	Collecteur			Pente (%)	V = Q/S (m/s)	Valeurs calculées à l'aide de l'abaque.					V Qps/10 (m/s)	Pleine section		Autocurage
			Nom	Section (m²)	Optimal(mm)			rQ (Q/Qps)	rV	r H	H (mm)	V (m/s)		Vps (m/s)	Qps (m³/s)	
N487 N230	- 0.025	222	CR8-0300	0.066	300	0.89	0.38	0.48	0.99	0.49	141	0.78	0.43	0.79	0.052	Vérifié
N230 N231	- 0.035	250	CR8-0300	0.066	300	0.9	0.53	0.67	1.07	0.6	174	0.85	0.44	0.79	0.052	Vérifié
N483 N228	- 0.021	189	CR8-0300	0.066	300	1.53	0.32	0.31	0.88	0.38	110	0.91	0.57	1.03	0.068	Vérifié
N228 N227	- 0.021	197	CR8-0300	0.066	300	1.2	0.32	0.35	0.91	0.41	118	0.83	0.5	0.92	0.06	Vérifié
N475 N476	- 0.08	263	CR8-0300	0.066	300	3.84	1.22	0.74	1.1	0.64	186	1.8	0.9	1.64	0.107	Vérifié
N476 N477	- 0.08	444	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.43	0.77	1.1	0.66	322	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérifié
N477 N478	- 0.105	354	CR8-0500	0.188	500	1.31	0.56	0.39	0.94	0.44	213	1.33	0.78	1.42	0.266	Vérifié
N478 N198	- 0.105	491	135A-0500	0.196	500	0.2	0.54	0.95	1.14	0.78	389	0.64	0.31	0.56	0.111	Vérifié
N198 N201	- 0.105	491	135A-0500	0.196	500	0.2	0.54	0.95	1.14	0.78	389	0.64	0.31	0.56	0.111	Vérifié
N201 N194	- 0.421	510	135A-0800	0.503	800	2.6	0.84	0.29	0.86	0.37	295	2.5	1.59	2.89	1.454	Vérifié
N194 N195	- 0.421	476	135A-0800	0.503	800	3.8	0.84	0.24	0.82	0.33	266	2.87	1.92	3.5	1.758	Vérifié
N195 N196	- 0.421	474	135A-0800	0.503	800	3.6	0.84	0.21	0.79	0.31	248	3.16	2.2	4	2.011	Vérifié

N470 N471	-	0.11	289	CR8-0400	0.118	400	3.1	0.94	0.44	0.97	0.46	179	2.07	1.18	2.14	0.252	Vérfié
N471 N262	-	0.11	388	CR8-0500	0.188	500	0.8	0.59	0.53	1.01	0.52	253	1.12	0.61	1.11	0.208	Vérfié
N262 N263	-	0.11	499	135A-0500	0.196	500	0.2	0.56	0.99	1.14	0.82	408	0.64	0.31	0.56	0.111	Vérfié
N263 N274	-	0.11	499	135A-0500	0.196	500	0.2	0.56	0.99	1.14	0.82	408	0.64	0.31	0.56	0.111	Vérfié
N468 N264	-	0.12	299	CR8-0400	0.118	400	3	1.02	0.48	0.99	0.49	189	2.11	1.17	2.13	0.251	Vérfié
N264 N466	-	0.12	478	CR8-0500	0.188	400	0.3	0.64	0.94	1.14	0.77	377	0.77	0.37	0.68	0.128	Vérfié
N466 N467	-	0.12	342	CR8-0500	0.188	400	1.9	0.64	0.37	0.93	0.42	207	1.58	0.94	1.71	0.321	Vérfié
N259 N458	-	0.1	384	CR8-0400	0.118	400	0.7	0.85	0.98	1.14	0.8	310	0.99	0.48	0.87	0.102	Vérfié
N458 N459	-	0.1	323	CR8-0400	0.118	400	1.8	0.85	0.61	1.05	0.56	218	1.46	0.77	1.4	0.164	Vérfié
N455 N258	-	0.1	335	CR8-0400	0.118	400	1.48	0.85	0.67	1.07	0.6	232	1.36	0.7	1.27	0.149	Vérfié
N258 N259	-	0.1	353	CR8-0400	0.118	400	1.1	0.85	0.78	1.11	0.66	257	1.21	0.6	1.09	0.128	Vérfié
N448 N256	-	0.097	476	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.52	0.93	1.14	0.76	374	0.63	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N256 N450	-	0.097	306	CR8-0500	0.188	500	2.3	0.52	0.27	0.85	0.36	175	1.6	1.03	1.88	0.353	Vérfié
N450 N451	-	0.097	476	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.52	0.93	1.14	0.76	374	0.63	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N451 N452	-	0.097	476	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.52	0.93	1.14	0.76	374	0.63	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N446 N250	-	0.082	448	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.44	0.79	1.11	0.67	327	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N250 N251	-	0.082	335	CR8-0500	0.188	500	1	0.44	0.35	0.91	0.41	200	1.13	0.68	1.24	0.233	Vérfié
N444 N242	-	0.064	410	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.34	0.61	1.05	0.57	277	0.58	0.31	0.55	0.104	Vérfié

N242 N243	-	0.064	410	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.34	0.61	1.05	0.57	277	0.58	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N243 N439	-	0.064	410	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.34	0.61	1.05	0.57	277	0.58	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N439 N246	-	0.064	410	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.34	0.61	1.05	0.57	277	0.58	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N246 N435	-	0.064	410	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.34	0.61	1.05	0.57	277	0.58	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N442 N248	-	0.073	430	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.39	0.7	1.08	0.62	302	0.6	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N248 N249	-	0.073	302	CR8-0500	0.188	500	1.4	0.39	0.26	0.84	0.35	172	1.24	0.81	1.47	0.276	Vérfié
N440 N244	-	0.09	464	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.48	0.86	1.12	0.72	351	0.62	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N244 N245	-	0.09	464	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.48	0.86	1.12	0.72	351	0.62	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N245 N434	-	0.09	464	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.48	0.86	1.12	0.72	351	0.62	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N434 N435	-	0.09	464	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.48	0.86	1.12	0.72	351	0.62	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N435 N202	-	0.154	564	135A-0600	0.283	600	0.2	0.54	0.84	1.12	0.7	422	0.73	0.36	0.65	0.183	Vérfié
N431 N216	-	0.072	428	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.38	0.69	1.08	0.61	299	0.6	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N216 N217	-	0.072	281	CR8-0500	0.188	500	2	0.38	0.22	0.8	0.32	155	1.4	0.96	1.75	0.329	Vérfié
N217 N341	-	0.072	287	CR8-0500	0.188	500	1.8	0.38	0.23	0.81	0.33	159	1.35	0.92	1.66	0.313	Vérfié
N341 N343	-	0.072	340	CR8-0500	0.188	500	0.7	0.38	0.37	0.92	0.42	206	0.96	0.57	1.04	0.195	Vérfié
N343 N345	-	0.072	350	CR8-0500	0.188	500	0.6	0.38	0.4	0.94	0.44	215	0.91	0.53	0.96	0.18	Vérfié
N345 N346	-	0.072	249	CR8-0500	0.188	500	4	0.38	0.15	0.72	0.27	130	1.79	1.36	2.48	0.466	Vérfié
N425 N426	-	0.3	718	135A-0800	0.503	800	0.2	0.6	0.74	1.1	0.64	515	0.88	0.44	0.8	0.403	Vérfié

N426 N424	-	0.3	718	135A- 0800	0.503	800	0.2	0.6	0.74	1.1	0.64	515	0.88	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N424 N346	-	0.3	429	135A- 0800	0.503	800	3.4	0.6	0.18	0.76	0.29	230	2.5	1.82	3.31	1.663	Vérfié
N346 N210	-	0.372	453	135A- 0800	0.503	800	4	0.74	0.21	0.79	0.31	246	2.82	1.97	3.59	1.804	Vérfié
N210 N211	-	0.372	521	135A- 0800	0.503	800	2.03	0.74	0.29	0.86	0.37	295	2.21	1.41	2.55	1.284	Vérfié
N211 N212	-	0.372	777	135A- 0800	0.503	800	0.2	0.74	0.92	1.13	0.76	607	0.91	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N212 N351	-	0.372	777	135A- 0800	0.503	800	0.2	0.74	0.92	1.13	0.76	607	0.91	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N351 N417	-	0.372	777	135A- 0800	0.503	800	0.2	0.74	0.92	1.13	0.76	607	0.91	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N417 N192	-	0.492	860	135A- 1000	0.785	1000	0.2	0.63	0.66	1.07	0.59	594	1.01	0.52	0.95	0.745	Vérfié
N192 N415	-	0.492	668	135A- 1000	0.785	1000	0.8	0.63	0.33	0.9	0.4	396	1.7	1.04	1.9	1.49	Vérfié
N415 N411	-	0.512	533	135A- 1000	0.785	1000	3	0.65	0.18	0.75	0.28	285	2.77	2.02	3.67	2.886	Vérfié
N411 N403	-	0.539	889	135A- 1000	0.785	1000	0.2	0.69	0.72	1.09	0.63	631	1.03	0.52	0.95	0.745	Vérfié
N403 N405	-	0.575	679	135A- 1000	0.785	1000	1	0.73	0.35	0.91	0.41	405	1.93	1.17	2.12	1.666	Vérfié
N405 N400	-	0.635	944	135A- 1000	0.785	1000	0.2	0.81	0.85	1.12	0.71	710	1.07	0.52	0.95	0.745	Vérfié
N400 N182	-	0.653	953	135A- 1000	0.785	1000	0.2	0.83	0.88	1.13	0.73	727	1.07	0.52	0.95	0.745	Vérfié
N182 N183	-	0.653	633	135A- 1000	0.785	1000	1.9	0.83	0.28	0.86	0.36	365	2.51	1.61	2.92	2.297	Vérfié
N419 N420	-	0.02	164	CR8- 0300	0.066	300	3.04	0.3	0.21	0.79	0.31	90	1.15	0.8	1.46	0.096	Vérfié

N420 N415	-	0.02	220	CR8-0300	0.066	300	0.6	0.3	0.47	0.98	0.48	139	0.64	0.36	0.65	0.042	Vérfié
N413 N414	-	0.027	185	CR8-0300	0.066	300	2.78	0.41	0.3	0.87	0.37	108	1.21	0.77	1.4	0.092	Vérfié
N414 N411	-	0.027	192	CR8-0300	0.066	300	2.3	0.41	0.32	0.89	0.39	113	1.13	0.7	1.27	0.083	Vérfié
N409 N410	-	0.06	400	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.32	0.58	1.03	0.54	266	0.57	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N410 N405	-	0.06	311	CR8-0500	0.188	500	0.8	0.32	0.29	0.86	0.37	180	0.96	0.61	1.11	0.208	Vérfié
N401 N402	-	0.036	222	CR8-0300	0.066	300	1.83	0.55	0.49	0.99	0.49	142	1.12	0.62	1.13	0.074	Vérfié
N402 N403	-	0.036	240	CR8-0300	0.066	300	1.2	0.55	0.6	1.04	0.56	161	0.96	0.5	0.92	0.06	Vérfié
N399 N400	-	0.018	189	CR8-0300	0.066	300	1.12	0.27	0.31	0.88	0.38	111	0.78	0.49	0.88	0.058	Vérfié
N384 N385	-	0.08	444	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.43	0.77	1.1	0.66	322	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N385 N253	-	0.08	444	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.43	0.77	1.1	0.66	322	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N367 N368	-	0.082	448	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.44	0.79	1.11	0.67	327	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N368 N255	-	0.082	329	CR8-0500	0.188	500	1.1	0.44	0.34	0.9	0.4	195	1.17	0.72	1.3	0.244	Vérfié
N255 N370	-	0.082	448	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.44	0.79	1.11	0.67	327	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N370 N253	-	0.082	448	CR8-0500	0.188	500	0.2	0.44	0.79	1.11	0.67	327	0.61	0.31	0.55	0.104	Vérfié
N253 N2	-	0.162	574	135A-0600	0.283	600	0.2	0.57	0.89	1.13	0.73	440	0.73	0.36	0.65	0.183	Vérfié
N2 N202	-	0.162	574	135A-0600	0.283	600	0.2	0.57	0.89	1.13	0.73	440	0.73	0.36	0.65	0.183	Vérfié
N202 N203	-	0.316	732	135A-0800	0.503	800	0.2	0.63	0.78	1.11	0.67	534	0.89	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N203 N381	-	0.316	732	135A-0800	0.503	800	0.2	0.63	0.78	1.11	0.67	534	0.89	0.44	0.8	0.403	Vérfié

N381 N200	-	0.316	732	135A-0800	0.503	800	0.2	0.63	0.78	1.11	0.67	534	0.89	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N200 N201	-	0.316	537	135A-0800	0.503	800	1.1	0.63	0.33	0.9	0.4	319	1.69	1.04	1.88	0.946	Vérifié
N355 N356	-	0.12	515	135A-0600	0.283	600	0.2	0.42	0.66	1.07	0.59	355	0.69	0.36	0.65	0.183	Vérifié
N356 N357	-	0.12	515	135A-0600	0.283	600	0.2	0.42	0.66	1.07	0.59	355	0.69	0.36	0.65	0.183	Vérifié
N357 N215	-	0.12	478	135A-0600	0.283	600	0.3	0.42	0.54	1.02	0.52	313	0.8	0.44	0.79	0.224	Vérifié
N215 N354	-	0.12	311	135A-0600	0.283	600	3.2	0.42	0.16	0.74	0.27	164	1.9	1.42	2.59	0.731	Vérifié
N354 N417	-	0.12	515	135A-0600	0.283	600	0.2	0.42	0.66	1.07	0.59	355	0.69	0.36	0.65	0.183	Vérifié
N332 N333	-	0.025	192	CR8-0300	0.066	300	1.98	0.38	0.32	0.89	0.39	113	1.05	0.65	1.18	0.077	Vérifié
N333 N496	-	0.025	238	CR8-0300	0.066	300	0.6	0.38	0.59	1.04	0.55	159	0.67	0.36	0.65	0.042	Vérifié
N272 N273	-	0.15	324	CR8-0400	0.118	400	3.7	1.28	0.6	1.04	0.56	217	2.21	1.16	2.12	0.249	Vérifié
N273 N226	-	0.15	397	CR8-0500	0.188	500	2	0.8	0.46	0.98	0.47	231	1.71	0.97	1.76	0.33	Vérifié
N226 N227	-	0.15	558	135A-0600	0.283	600	0.2	0.53	0.82	1.12	0.69	414	0.72	0.36	0.65	0.183	Vérifié
N227 N231	-	0.171	586	135A-0600	0.283	600	0.2	0.6	0.94	1.14	0.77	460	0.74	0.36	0.65	0.183	Vérifié
N231 N495	-	0.206	582	135A-0600	0.283	600	0.3	0.73	0.92	1.13	0.76	454	0.9	0.44	0.79	0.224	Vérifié
N495 N496	-	0.206	440	135A-0600	0.283	600	1.4	0.73	0.43	0.96	0.46	273	1.64	0.94	1.71	0.484	Vérifié
N496 N240	-	0.231	390	135A-0600	0.283	600	3.5	0.82	0.28	0.86	0.36	217	2.51	1.61	2.93	0.829	Vérifié
N240 N249	-	0.231	653	135A-0800	0.503	800	0.2	0.46	0.57	1.03	0.54	434	0.83	0.44	0.8	0.403	Vérifié

N249 N251	-	0.304	722	135A-0800	0.503	800	0.2	0.6	0.75	1.1	0.65	519	0.88	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N251 N238	-	0.386	787	135A-0800	0.503	800	0.2	0.77	0.96	1.14	0.78	627	0.91	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N238 N452	-	0.386	787	135A-0800	0.503	800	0.2	0.77	0.96	1.14	0.78	627	0.91	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N452 N459	-	0.483	793	135A-0800	0.503	800	0.3	0.96	0.98	1.14	0.8	642	1.12	0.54	0.98	0.494	Vérifié
N459 N467	-	0.583	533	135A-0800	0.503	800	4	1.16	0.32	0.89	0.39	313	3.2	1.97	3.59	1.804	Vérifié
N467 N236	-	0.703	780	135A-0800	0.503	800	1.92	1.4	0.56	1.03	0.54	429	2.55	1.37	2.49	1.249	Vérifié
N236 N237	-	0.703	802	135A-1000	0.785	1000	0.6	0.9	0.54	1.02	0.53	526	1.68	0.9	1.64	1.291	Vérifié
N237 N463	-	0.703	979	135A-1000	0.785	1000	0.2	0.9	0.94	1.14	0.77	773	1.08	0.52	0.95	0.745	Vérifié
N463 N225	-	0.703	979	135A-1000	0.785	1000	0.2	0.9	0.94	1.14	0.77	773	1.08	0.52	0.95	0.745	Vérifié
N225 N5	-	0.703	979	135A-1000	0.785	1000	0.2	0.9	0.94	1.14	0.77	773	1.08	0.52	0.95	0.745	Vérifié
N5 - N6		0.703	979	135A-1000	0.785	1000	0.2	0.9	0.94	1.14	0.77	773	1.08	0.52	0.95	0.745	Vérifié
N6 - N7		0.703	979	135A-1000	0.785	1000	0.2	0.9	0.94	1.14	0.77	773	1.08	0.52	0.95	0.745	Vérifié
N7 N274	-	0.703	979	135A-1000	0.785	1000	0.2	0.9	0.94	1.14	0.77	773	1.08	0.52	0.95	0.745	Vérifié
N274 N275	-	0.813	1032	135A-1200	1.131	1200	0.2	0.72	0.66	1.07	0.59	713	1.16	0.6	1.09	1.23	Vérifié
N275 N196	-	0.813	635	135A-1200	1.131	1200	2.99	0.72	0.17	0.74	0.28	335	3.13	2.31	4.21	4.76	Vérifié
N196 N394	-	1.234	1201	135A-1400	1.539	1400	0.2	0.8	0.66	1.07	0.59	828	1.3	0.67	1.22	1.88	Vérifié

N394 N396	-	1.234	1201	135A- 1400	1.539	1400	0.2	0.8	0.66	1.07	0.59	828	1.3	0.67	1.22	1.88	Vérifié
N396 N270	-	1.234	1201	135A- 1400	1.539	1400	0.2	0.8	0.66	1.07	0.59	828	1.3	0.67	1.22	1.88	Vérifié
N270 N183	-	1.234	1201	135A- 1400	1.539	1400	0.2	0.8	0.66	1.07	0.59	828	1.3	0.67	1.22	1.88	Vérifié
N183 N398	-	2.4	1236	135A- 1400	1.539	1400	0.4	1.23	0.71	1.08	0.62	872	1.87	0.95	1.73	2.658	Vérifié

Calcul hydraulique Collecteur principale 1 :

Tronçon	Débit (m³/s)	Diam. Théorique (mm)	Collecteur			Pente (%)	V = Q/S (m/s)	Valeurs calculées à l'aide de l'abaque Ab.5					V Qps/10 (m/s)	Pleine section		Autocurage
			Nom	Section (m²)	Optimal(mm)			r Q (Q/Qps)	r V	r H	H (mm)	V (m/s)		Vps (m/s)	Qps (m³/s)	
N398 - N2	2.4	1283	135A-1400	1.539	1400	0.53	1.56	0.79	1.11	0.67	937	2.19	1.09	1.98	3.051	Vérifié
N2 - N3	2.4	1089	135A-1400	1.539	1400	1.3	1.56	0.5	1	0.5	701	3.11	1.71	3.11	4.792	Vérifié
N3 - N4	2.4	1074	135A-1400	1.539	1400	1.4	1.56	0.48	0.99	0.49	686	3.2	1.78	3.23	4.973	Vérifié
N4 - N5	2.4	1122	135A-1400	1.539	1400	1.1	1.56	0.54	1.02	0.53	737	2.92	1.57	2.86	4.408	Vérifié
N5 - N6	2.4	1122	135A-1400	1.539	1400	1.1	1.56	0.54	1.02	0.53	737	2.92	1.57	2.86	4.408	Vérifié
N6 - N7	2.4	1037	135A-1400	1.539	1400	1.7	1.56	0.44	0.97	0.46	648	3.44	1.96	3.56	5.48	Vérifié
N7 - N8	2.4	1349	135A-1400	1.539	1400	0.4	1.56	0.9	1.13	0.75	1043	1.95	0.95	1.73	2.658	Vérifié
N8 - N9	2.4	1295	135A-1400	1.539	1400	0.6	1.56	0.74	1.09	0.64	897	2.31	1.16	2.11	3.248	Vérifié
N9 - N10	2.4	1321	135A-1400	1.767	1400	0.31	1.36	0.84	1.12	0.7	1055	1.81	0.89	1.61	2.849	Vérifié
N10 - N11	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérifié
N11 - N12	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérifié
N12 - N13	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérifié
N13 - N18	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérifié

N18 - N19	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N19 - N14	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N14 - N17	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N17 - N21	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N21 - N23	2.4	1350	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N23 - N16	2.4	1378	135A-1400	2.545	1400	0.3	0.94	0.52	1.01	0.51	924	1.82	0.99	1.81	4.595	Vérfifié
N16 - N22	2.4	1142	135A-1400	2.545	1400	1	0.94	0.29	0.86	0.37	659	2.84	1.81	3.3	8.389	Vérfifié
N22 - N20	2.4	1164	135A-1400	2.545	1400	0.9	0.94	0.3	0.87	0.38	678	2.73	1.72	3.13	7.958	Vérfifié
N20 - N24	2.4	1164	135A-1400	2.545	1400	0.9	0.94	0.3	0.87	0.38	678	2.73	1.72	3.13	7.958	Vérfifié
N24 - N25	2.4	1340	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N25 - N26	2.4	1312	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N26 - N27	2.4	1380	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N27 - N28	2.4	1365	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié
N28 - N15	2.4	1345	135A-1400	2.545	1400	0.2	0.94	0.64	1.06	0.58	1047	1.56	0.81	1.47	3.752	Vérfifié

Calcul hydraulique Collecteur principale 2 (intercepteur vers STEP) :

Tronçon	Débit (m³/s)	Diam. Théorique (mm)	Collecteur			Pente (%)	V = Q/S (m/s)	Valeurs calculées à l'aide de l'abaque Ab.5					V Qps/10 (m/s)	Pleine section		Autocurage
			Nom	Section (m²)	Optimal(mm)			r Q (Q/Qps)	r V	r H	H (mm)	V (m/s)		Vps (m/s)	Qps (m³/s)	
N29 - N30	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N30 - N31	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N31 - N32	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N32 - N33	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N33 - N34	0.3	502	135A-0800	0.503	800	1	0.5	0.28	0.85	0.36	288	1.53	0.99	1.79	0.902	Vérifié
N34 - N35	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N35 - N36	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N36 - N37	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N37 - N38	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N38 - N39	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N39 - N40	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N40 - N41	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N41 - N42	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié

N42 - N43	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N43 - N44	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N44 - N45	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N45 - N46	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N46 - N47	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N47 - N48	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N48 - N49	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérifié
N49 - N50	0.3	461	135A-0800	0.503	800	1.6	0.5	0.22	0.8	0.32	254	1.81	1.25	2.27	1.141	Vérifié
N50 - N51	0.3	456	135A-0800	0.503	800	1.7	0.5	0.21	0.79	0.31	250	1.85	1.29	2.34	1.176	Vérifié
N51 - N52	0.3	456	135A-0800	0.503	800	1.7	0.5	0.21	0.79	0.31	250	1.85	1.29	2.34	1.176	Vérifié
N52 - N53	0.3	456	135A-0800	0.503	800	1.7	0.5	0.21	0.79	0.31	250	1.85	1.29	2.34	1.176	Vérifié
N53 - N54	0.3	422	135A-0800	0.503	800	2.6	0.5	0.17	0.75	0.28	224	2.16	1.59	2.89	1.454	Vérifié
N54 - N55	0.3	422	135A-0800	0.503	800	2.6	0.5	0.17	0.75	0.28	224	2.16	1.59	2.89	1.454	Vérifié
N55 - N56	0.3	422	135A-0800	0.503	800	2.6	0.5	0.17	0.75	0.28	224	2.16	1.59	2.89	1.454	Vérifié
N56 - N57	0.3	422	135A-0800	0.503	800	2.6	0.5	0.17	0.75	0.28	224	2.16	1.59	2.89	1.454	Vérifié
N57 - N58	0.3	431	135A-0800	0.503	800	2.3	0.5	0.18	0.76	0.29	231	2.07	1.5	2.72	1.368	Vérifié

N58 - N59	0.3	485	135A-0800	0.503	800	1.2	0.5	0.25	0.83	0.34	274	1.64	1.08	1.97	0.988	Vérfié
N59 - N60	0.3	522	135A-0800	0.503	800	0.8	0.5	0.31	0.88	0.38	306	1.41	0.88	1.6	0.807	Vérfié
N60 - N61	0.3	472	135A-0800	0.503	800	1.4	0.5	0.23	0.81	0.33	263	1.73	1.17	2.12	1.067	Vérfié
N61 - N62	0.3	551	135A-0800	0.503	800	0.6	0.5	0.36	0.92	0.41	331	1.27	0.76	1.39	0.699	Vérfié
N62 - N63	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N63 - N64	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N64 - N65	0.3	419	135A-0800	0.503	800	2.7	0.5	0.17	0.74	0.28	222	2.19	1.62	2.95	1.482	Vérfié
N65 - N66	0.3	411	135A-0800	0.503	800	3	0.5	0.16	0.73	0.27	216	2.27	1.71	3.11	1.562	Vérfié
N66 - N67	0.3	411	135A-0800	0.503	800	3	0.5	0.16	0.73	0.27	216	2.27	1.71	3.11	1.562	Vérfié
N67 - N68	0.3	411	135A-0800	0.503	800	3	0.5	0.16	0.73	0.27	216	2.27	1.71	3.11	1.562	Vérfié
N68 - N69	0.3	413	135A-0800	0.503	800	2.9	0.5	0.16	0.73	0.27	218	2.24	1.68	3.06	1.536	Vérfié
N69 - N70	0.3	425	135A-0800	0.503	800	2.5	0.5	0.18	0.75	0.28	226	2.13	1.56	2.84	1.426	Vérfié
N70 - N71	0.3	535	135A-0800	0.503	800	0.7	0.5	0.33	0.9	0.4	317	1.35	0.83	1.5	0.755	Vérfié
N71 - N72	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N72 - N73	0.3	551	135A-0800	0.503	800	0.6	0.5	0.36	0.92	0.41	331	1.27	0.76	1.39	0.699	Vérfié
N73 - N74	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié

N74 - N75	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N75 - N76	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N76 - N77	0.3	522	135A-0800	0.503	800	0.8	0.5	0.31	0.88	0.38	306	1.41	0.88	1.6	0.807	Vérifié
N77 - N78	0.3	522	135A-0800	0.503	800	0.8	0.5	0.31	0.88	0.38	306	1.41	0.88	1.6	0.807	Vérifié
N78 - N79	0.3	511	135A-0800	0.503	800	0.9	0.5	0.29	0.87	0.37	296	1.47	0.94	1.7	0.856	Vérifié
N79 - N80	0.3	522	135A-0800	0.503	800	0.8	0.5	0.31	0.88	0.38	306	1.41	0.88	1.6	0.807	Vérifié
N80 - N81	0.3	485	135A-0800	0.503	800	1.2	0.5	0.25	0.83	0.34	274	1.64	1.08	1.97	0.988	Vérifié
N81 - N82	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérifié
N82 - N83	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N83 - N84	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérifié
N84 - N85	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérifié
N85 - N86	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérifié
N86 - N87	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérifié
N87 - N88	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérifié
N88 - N89	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérifié
N89 - N90	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérifié

N90 - N91	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N91 - N92	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N92 - N93	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N93 - N94	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N94 - N95	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N95 - N96	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N96 - N97	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N97 - N98	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérfié
N98 - N99	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérfié
N99 - N100	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N100 - N101	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N101 - N102	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N102 - N103	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N103 - N104	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N104 - N106	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N106 - N107	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié

N107 - N108	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N108 - N109	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N109 - N110	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N110 - N111	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N111 - N112	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N112 - N113	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N113 - N114	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N114 - N115	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N115 - N116	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N116 - N117	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N117 - N118	0.3	511	135A-0800	0.503	800	0.9	0.5	0.29	0.87	0.37	296	1.47	0.94	1.7	0.856	Vérfié
N118 - N119	0.3	502	135A-0800	0.503	800	1	0.5	0.28	0.85	0.36	288	1.53	0.99	1.79	0.902	Vérfié
N119 - N120	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N120 - N121	0.3	551	135A-0800	0.503	800	0.6	0.5	0.36	0.92	0.41	331	1.27	0.76	1.39	0.699	Vérfié
N121 - N122	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N122 - N123	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérfié

N123 - N124	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N124 - N125	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérfié
N125 - N126	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérfié
N126 - N127	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N127 - N128	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N128 - N129	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N129 - N130	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N130 - N131	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N131 - N132	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N132 - N133	0.3	551	135A-0800	0.503	800	0.6	0.5	0.36	0.92	0.41	331	1.27	0.76	1.39	0.699	Vérfié
N133 - N134	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié
N134 - N135	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N135 - N136	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérfié
N136 - N137	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N137 - N138	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérfié
N138 - N139	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérfié

N139 - N140	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérifié
N140 - N141	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérifié
N141 - N142	0.3	569	135A-0800	0.503	800	0.5	0.5	0.39	0.94	0.43	348	1.19	0.7	1.27	0.638	Vérifié
N142 - N143	0.3	624	135A-0800	0.503	800	0.3	0.5	0.51	1	0.5	403	0.99	0.54	0.98	0.494	Vérifié
N143 - N144	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérifié
N144 - N145	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérifié
N145 - N146	0.3	593	135A-0800	0.503	800	0.4	0.5	0.44	0.97	0.46	370	1.1	0.62	1.13	0.57	Vérifié
N146 - N147	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N147 - N148	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N148 - N149	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N149 - N150	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N150 - N151	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N151 - N152	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N152 - N153	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N153 - N154	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N154 - N155	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié

N155 - N156	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N156 - N157	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N157 - N158	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N158 - N159	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N159 - N160	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N160 - N161	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N161 - N162	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N162 - N163	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N163 - N164	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N164 - N165	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N165 - N166	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N166 - N167	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N167 - N168	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N168 - N169	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N169 - N170	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N170 - N171	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié

N171 - N172	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N172 - N173	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N173 - N174	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N174 - N175	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N175 - N176	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N176 - N177	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N177 - N178	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N178 - N179	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N179 - N180	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N180 - N181	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N181 - N182	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N182 - N183	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N183 - N184	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N184 - N185	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N185 - N186	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié
N186 - N187	0.3	672	135A-0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérfié

N187 - N188	0.3	672	135A- 0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié
N188 - N189	0.3	672	135A- 0800	0.503	800	0.2	0.5	0.62	1.05	0.57	456	0.84	0.44	0.8	0.403	Vérifié

ANNEXE VI : Calcul détaillée hydraulique du réseau :

Cana	Noeuds		Cotes (m)				Ht Chute (m)	Profondeur (m)	Tronçon		
	Amont	Aval	TN	FE entrée	FE sortie	Piezo			Collecteur	Pente (%)	Long 2D (m)
EP 5 - 1	N29		960.220	958.340	958.340	958.790		1.880	135A-0800	0.200	60.710
		N30	960.180	958.220	958.220	958.670		1.960			
EP 5 - 1	N30		960.180	958.220	958.220	958.670		1.960	135A-0800	0.200	55.110
		N31	960.070	958.110	958.110	958.560		1.960			
EP 5 - 1	N31		960.070	958.110	958.110	958.560		1.960	135A-0800	0.200	51.360
		N32	960.080	958.000	958.000	958.460		2.080			
EP 5 - 1	N32		960.080	958.000	958.000	958.460		2.080	135A-0800	0.200	51.180
		N33	960.090	957.900	957.900	958.360		2.190			
EP 5 - 1	N33		960.090	957.900	957.900	958.190		2.190	135A-0800	1.000	49.530
		N34	959.290	957.410	957.410	957.860		1.890			
EP 5 - 1	N34		959.290	957.410	957.410	957.860		1.890	135A-0800	0.200	68.820
		N35	959.850	957.270	957.270	957.720		2.580			
EP 5 - 1	N35		959.850	957.270	957.270	957.720		2.580	135A-0800	0.200	52.640
		N36	960.340	957.160	957.160	957.620		3.180			
EP 5 - 1	N36		960.340	957.160	957.160	957.620		3.180	135A-0800	0.200	64.260
		N37	960.900	957.030	957.030	957.490		3.870			
EP 5 - 1	N37		960.900	957.030	957.030	957.490		3.870	135A-0800	0.200	51.080
		N38	961.220	956.930	956.930	957.390		4.280			
EP 5 - 1	N38		961.220	956.930	956.930	957.390		4.280	135A-0800	0.200	33.430
		N39	961.020	956.860	956.860	957.320		4.150			
EP 5 - 1	N39		961.020	956.860	956.860	957.320		4.150	135A-0800	0.200	53.860
		N40	961.000	956.760	956.760	957.210		4.240			
EP 5 - 1	N40		961.000	956.760	956.760	957.210		4.240	135A-0800	0.200	50.260
		N41	961.560	956.660	956.660	957.110		4.910			
EP 5 - 1	N41		961.560	956.660	956.660	957.110		4.910	135A-0800	0.200	52.920
		N42	962.210	956.550	956.550	957.010		5.1			
EP 5 - 1	N42		962.210	956.550	956.550	957.010		5.2	135A-0800	0.200	61.440
		N43	961.840	956.430	956.430	956.880		5.			

EP 5 - 1	N43		961.840	956.430	956.430	956.880		5.1	135A-0800	0.200	53.510
		N44	961.250	956.320	956.320	956.780		5			
EP 5 - 1	N44		961.250	956.320	956.320	956.780		4.920	135A-0800	0.200	56.710
		N45	960.580	956.210	956.210	956.660		4.370			
EP 5 - 1	N45		960.580	956.210	956.210	956.660		4.370	135A-0800	0.200	58.950
		N46	959.870	956.090	956.090	956.550		3.780			
EP 5 - 1	N46		959.870	956.090	956.090	956.550		3.780	135A-0800	0.200	50.800
		N47	959.060	955.990	955.990	956.440		3.070			
EP 5 - 1	N47		959.060	955.990	955.990	956.440		3.070	135A-0800	0.200	56.230
		N48	958.330	955.880	955.880	956.330		2.460			
EP 5 - 1	N48		958.330	955.880	955.880	956.280		2.460	135A-0800	0.300	53.900
		N49	957.650	955.710	955.710	956.120		1.930			
EP 5 - 1	N49		957.650	955.710	955.710	955.970		1.930	135A-0800	1.600	58.410
		N50	956.680	954.780	954.780	955.030		1.900			
EP 5 - 1	N50		956.680	954.780	954.780	955.030		1.900	135A-0800	1.700	80.020
		N51	955.310	953.420	953.420	953.670		1.890			
EP 5 - 1	N51		955.310	953.420	953.420	953.670		1.890	135A-0800	1.700	63.660
		N52	954.270	952.340	952.340	952.590		1.930			
EP 5 - 1	N52		954.270	952.340	952.340	952.590		1.930	135A-0800	1.700	53.070
		N53	953.320	951.430	951.430	951.680		1.890			
EP 5 - 1	N53		953.320	951.430	951.430	951.660		1.890	135A-0800	2.600	53.640
		N54	951.940	950.040	950.040	950.260		1.900			
EP 5 - 1	N54		951.940	950.040	950.040	950.260		1.900	135A-0800	2.600	50.820
		N55	950.620	948.720	948.720	948.940		1.900			
EP 5 - 1	N55		950.620	948.720	948.720	948.940		1.900	135A-0800	2.600	49.050
		N56	949.360	947.440	947.440	947.670		1.920			
EP 5 - 1	N56		949.360	947.440	947.440	947.670		1.920	135A-0800	2.600	51.230
		N57	948.000	946.110	946.110	946.340		1.880			
EP 5 - 1	N57		948.000	946.110	946.110	946.340		1.880	135A-0800	2.300	54.080
		N58	946.780	944.870	944.870	945.140		1.910			
EP 5 - 1	N58		946.780	944.870	944.870	945.140		1.910	135A-0800	1.200	54.810
		N59	946.120	944.210	944.210	944.520		1.910			
EP 5 - 1	N59		946.120	944.210	944.210	944.520		1.910	135A-0800	0.800	57.560
		N60	945.670	943.750	943.750	944.050		1.920			

EP 5 - 1	N60		945.670	943.750	943.750	944.010		1.920	135A-0800	1.400	52.020
		N61	944.950	943.020	943.020	943.350		1.930			
EP 5 - 1	N61		944.950	943.020	943.020	943.350		1.930	135A-0800	0.600	69.650
		N62	944.530	942.600	942.600	942.970		1.920			
EP 5 - 1	N62		944.530	942.600	942.600	942.970		1.920	135A-0800	0.400	70.720
		N63	944.240	942.320	942.320	942.690		1.920			
EP 5 - 1	N63		944.240	942.320	942.320	942.690		1.920	135A-0800	0.400	54.680
		N64	944.020	942.100	942.100	942.470		1.920			
EP 5 - 1	N64		944.020	942.100	942.100	942.320		1.920	135A-0800	2.700	55.780
		N65	942.480	940.600	940.600	940.820		1.880			
EP 5 - 1	N65		942.480	940.600	940.600	940.810		1.880	135A-0800	3.000	55.870
		N66	940.810	938.920	938.920	939.130		1.900			
EP 5 - 1	N66		940.810	938.920	938.920	939.130		1.900	135A-0800	3.000	50.080
		N67	939.310	937.420	937.420	937.630		1.890			
EP 5 - 1	N67		939.310	937.420	937.420	937.630		1.890	135A-0800	3.000	51.120
		N68	937.810	935.880	935.880	936.100		1.930			
EP 5 - 1	N68		937.810	935.880	935.880	936.100		1.930	135A-0800	2.900	51.570
		N69	936.290	934.390	934.390	934.610		1.900			
EP 5 - 1	N69		936.290	934.390	934.390	934.610		1.900	135A-0800	2.500	50.440
		N70	935.040	933.130	933.130	933.440		1.910			
EP 5 - 1	N70		935.040	933.130	933.130	933.440		1.910	135A-0800	0.700	53.930
		N71	934.680	932.750	932.750	933.100		1.930			
EP 5 - 1	N71		934.680	932.750	932.750	933.100		1.930	135A-0800	0.500	54.440
		N72	934.360	932.480	932.480	932.820		1.880			
EP 5 - 1	N72		934.360	932.480	932.480	932.810		1.880	135A-0800	0.600	58.010
		N73	934.050	932.130	932.130	932.580		1.920			
EP 5 - 1	N73		934.050	932.130	932.130	932.580		1.920	135A-0800	0.200	56.000
		N74	934.070	932.020	932.020	932.470		2.050			
EP 5 - 1	N74		934.070	932.020	932.020	932.470		2.050	135A-0800	0.200	52.970
		N75	933.950	931.910	931.910	932.370		2.040			
EP 5 - 1	N75		933.950	931.910	931.910	932.370		2.040	135A-0800	0.200	56.260
		N76	933.680	931.800	931.800	932.250		1.880			
EP 5 - 1	N76		933.680	931.800	931.800	932.100		1.880	135A-0800	0.800	59.210
		N77	933.210	931.320	931.320	931.630		1.890			

EP 5 - 1	N77		933.210	931.320	931.320	931.630		1.890	135A-0800	0.800	70.310
		N78	932.670	930.760	930.760	931.070		1.910			
EP 5 - 1	N78		932.670	930.760	930.760	931.060		1.910	135A-0800	0.900	70.440
		N79	932.050	930.130	930.130	930.430		1.920			
EP 5 - 1	N79		932.050	930.130	930.130	930.430		1.920	135A-0800	0.800	67.840
		N80	931.500	929.590	929.590	929.890		1.920			
EP 5 - 1	N80		931.500	929.590	929.590	929.860		1.920	135A-0800	1.200	67.860
		N81	930.710	928.770	928.770	929.140		1.940			
EP 5 - 1	N81		930.710	928.770	928.770	929.140		1.940	135A-0800	0.400	65.400
		N82	930.450	928.510	928.510	928.970		1.940			
EP 5 - 1	N82		930.450	928.510	928.510	928.970		1.940	135A-0800	0.200	58.790
		N83	930.280	928.390	928.390	928.850		1.890			
EP 5 - 1	N83		930.280	928.390	928.390	928.790		1.890	135A-0800	0.300	64.630
		N84	930.110	928.200	928.200	928.600		1.910			
EP 5 - 1	N84		930.110	928.200	928.200	928.550		1.910	135A-0800	0.500	58.810
		N85	929.820	927.900	927.900	928.250		1.910			
EP 5 - 1	N85		929.820	927.900	927.900	928.250		1.910	135A-0800	0.500	55.660
		N86	929.550	927.630	927.630	927.970		1.920			
EP 5 - 1	N86		929.550	927.630	927.630	927.970		1.920	135A-0800	0.500	50.060
		N87	929.300	927.380	927.380	927.720		1.930			
EP 5 - 1	N87		929.300	927.380	927.380	927.720		1.930	135A-0800	0.500	54.200
		N88	929.040	927.100	927.100	927.470		1.930			
EP 5 - 1	N88		929.040	927.100	927.100	927.470		1.930	135A-0800	0.400	51.750
		N89	928.790	926.900	926.900	927.270		1.890			
EP 5 - 1	N89		928.790	926.900	926.900	927.240		1.890	135A-0800	0.500	49.670
		N90	928.540	926.650	926.650	927.000		1.890			
EP 5 - 1	N90		928.540	926.650	926.650	927.000		1.890	135A-0800	0.500	59.460
		N91	928.260	926.350	926.350	926.700		1.900			
EP 5 - 1	N91		928.260	926.350	926.350	926.700		1.900	135A-0800	0.500	53.180
		N92	928.000	926.090	926.090	926.430		1.910			
EP 5 - 1	N92		928.000	926.090	926.090	926.430		1.910	135A-0800	0.500	50.610
		N93	927.750	925.830	925.830	926.180		1.920			
EP 5 - 1	N93		927.750	925.830	925.830	926.180		1.920	135A-0800	0.500	52.100
		N94	927.490	925.570	925.570	925.940		1.920			

EP 5 - 1	N94		927.490	925.570	925.570	925.940		1.920	135A-0800	0.400	50.960
		N95	927.250	925.370	925.370	925.740		1.880			
EP 5 - 1	N95		927.250	925.370	925.370	925.740		1.880	135A-0800	0.400	53.960
		N96	927.080	925.150	925.150	925.610		1.930			
EP 5 - 1	N96		927.080	925.150	925.150	925.610		1.930	135A-0800	0.200	52.790
		N97	926.980	925.050	925.050	925.500		1.930			
EP 5 - 1	N97		926.980	925.050	925.050	925.450		1.930	135A-0800	0.300	53.430
		N98	926.790	924.890	924.890	925.290		1.910			
EP 5 - 1	N98		926.790	924.890	924.890	925.290		1.910	135A-0800	0.300	50.670
		N99	926.650	924.730	924.730	925.190		1.910			
EP 5 - 1	N99		926.650	924.730	924.730	925.190		1.910	135A-0800	0.200	51.820
		N100	926.840	924.630	924.630	925.090		2.210			
EP 5 - 1	N100		926.840	924.630	924.630	925.090		2.210	135A-0800	0.200	59.600
		N101	927.400	924.510	924.510	924.970		2.890			
EP 5 - 1	N101		927.400	924.510	924.510	924.970		2.890	135A-0800	0.200	57.250
		N102	927.310	924.400	924.400	924.850		2.920			
EP 5 - 1	N102		927.310	924.400	924.400	924.850		2.920	135A-0800	0.200	51.160
		N103	927.260	924.290	924.290	924.750		2.960			
EP 5 - 1	N103		927.260	924.290	924.290	924.750		2.960	135A-0800	0.200	54.570
		N104	927.220	924.190	924.190	924.640		3.030			
EP 5 - 1	N104		927.220	924.190	924.190	924.640		3.030	135A-0800	0.200	50.230
		N106	926.860	924.090	924.090	924.540		2.780			
EP 5 - 1	N106		926.860	924.090	924.090	924.540		2.780	135A-0800	0.200	50.920
		N107	926.180	923.980	923.980	924.440		2.190			
EP 5 - 1	N107		926.180	923.980	923.980	924.440		2.190	135A-0800	0.200	47.690
		N108	926.000	923.890	923.890	924.340		2.110			
EP 5 - 1	N108		926.000	923.890	923.890	924.340		2.110	135A-0800	0.200	47.150
		N109	926.000	923.790	923.790	924.250		2.210			
EP 5 - 1	N109		926.000	923.790	923.790	924.250		2.210	135A-0800	0.200	52.870
		N110	926.000	923.690	923.690	924.140		2.310			
EP 5 - 1	N110		926.000	923.690	923.690	924.140		2.310	135A-0800	0.200	58.260
		N111	926.000	923.570	923.570	924.030		2.430			
EP 5 - 1	N111		926.000	923.570	923.570	924.030		2.430	135A-0800	0.200	54.740
		N112	926.000	923.460	923.460	923.920		2.540			

EP 5 - 1	N112		926.000	923.460	923.460	923.920		2.540	135A-0800	0.200	51.040
		N113	926.000	923.360	923.360	923.820		2.640			
EP 5 - 1	N113		926.000	923.360	923.360	923.820		2.640	135A-0800	0.200	52.220
		N114	926.000	923.260	923.260	923.710		2.740			
EP 5 - 1	N114		926.000	923.260	923.260	923.710		2.740	135A-0800	0.200	54.920
		N115	925.870	923.150	923.150	923.600		2.730			
EP 5 - 1	N115		925.870	923.150	923.150	923.600		2.730	135A-0800	0.200	52.550
		N116	925.380	923.040	923.040	923.500		2.340			
EP 5 - 1	N116		925.380	923.040	923.040	923.500		2.340	135A-0800	0.200	61.120
		N117	924.820	922.920	922.920	923.370		1.900			
EP 5 - 1	N117		924.820	922.920	922.920	923.210		1.900	135A-0800	0.900	60.790
		N118	924.250	922.370	922.370	922.670		1.880			
EP 5 - 1	N118		924.250	922.370	922.370	922.660		1.880	135A-0800	1.000	60.450
		N119	923.680	921.770	921.770	922.110		1.910			
EP 5 - 1	N119		923.680	921.770	921.770	922.110		1.910	135A-0800	0.500	51.970
		N120	923.390	921.510	921.510	921.850		1.880			
EP 5 - 1	N120		923.390	921.510	921.510	921.840		1.880	135A-0800	0.600	54.600
		N121	923.110	921.180	921.180	921.640		1.930			
EP 5 - 1	N121		923.110	921.180	921.180	921.640		1.930	135A-0800	0.200	51.180
		N122	923.010	921.080	921.080	921.530		1.930			
EP 5 - 1	N122		923.010	921.080	921.080	921.480		1.930	135A-0800	0.300	66.340
		N123	922.790	920.880	920.880	921.330		1.910			
EP 5 - 1	N123		922.790	920.880	920.880	921.330		1.910	135A-0800	0.200	50.990
		N124	922.670	920.780	920.780	921.230		1.900			
EP 5 - 1	N124		922.670	920.780	920.780	921.180		1.900	135A-0800	0.300	50.700
		N125	922.520	920.620	920.620	921.030		1.900			
EP 5 - 1	N125		922.520	920.620	920.620	921.030		1.900	135A-0800	0.300	59.080
		N126	922.370	920.450	920.450	920.900		1.920			
EP 5 - 1	N126		922.370	920.450	920.450	920.900		1.920	135A-0800	0.200	59.820
		N127	922.270	920.330	920.330	920.780		1.950			
EP 5 - 1	N127		922.270	920.330	920.330	920.780		1.950	135A-0800	0.200	53.450
		N128	922.150	920.220	920.220	920.680		1.930			
EP 5 - 1	N128		922.150	920.220	920.220	920.680		1.930	135A-0800	0.200	50.050
		N129	922.070	920.120	920.120	920.580		1.950			

EP 5 - 1	N129		922.070	920.120	920.120	920.490		1.950	135A-0800	0.400	51.970
		N130	921.830	919.910	919.910	920.280		1.920			
EP 5 - 1	N130		921.830	919.910	919.910	920.280		1.920	135A-0800	0.400	64.830
		N131	921.580	919.650	919.650	920.020		1.930			
EP 5 - 1	N131		921.580	919.650	919.650	920.000		1.930	135A-0800	0.500	59.730
		N132	921.250	919.350	919.350	919.700		1.900			
EP 5 - 1	N132		921.250	919.350	919.350	919.680		1.900	135A-0800	0.600	61.230
		N133	920.920	918.990	918.990	919.330		1.940			
EP 5 - 1	N133		920.920	918.990	918.990	919.330		1.940	135A-0800	0.500	60.890
		N134	920.600	918.680	918.680	919.050		1.920			
EP 5 - 1	N134		920.600	918.680	918.680	919.050		1.920	135A-0800	0.400	60.650
		N135	920.330	918.440	918.440	918.840		1.890			
EP 5 - 1	N135		920.330	918.440	918.440	918.840		1.890	135A-0800	0.300	55.670
		N136	920.180	918.270	918.270	918.730		1.900			
EP 5 - 1	N136		920.180	918.270	918.270	918.730		1.900	135A-0800	0.200	50.840
		N137	920.080	918.170	918.170	918.630		1.910			
EP 5 - 1	N137		920.080	918.170	918.170	918.540		1.910	135A-0800	0.400	59.630
		N138	919.820	917.930	917.930	918.300		1.890			
EP 5 - 1	N138		919.820	917.930	917.930	918.280		1.890	135A-0800	0.500	50.890
		N139	919.600	917.680	917.680	918.050		1.920			
EP 5 - 1	N139		919.600	917.680	917.680	918.050		1.920	135A-0800	0.400	55.180
		N140	919.350	917.460	917.460	917.830		1.890			
EP 5 - 1	N140		919.350	917.460	917.460	917.800		1.890	135A-0800	0.500	55.660
		N141	919.090	917.180	917.180	917.530		1.920			
EP 5 - 1	N141		919.090	917.180	917.180	917.530		1.920	135A-0800	0.500	51.750
		N142	918.850	916.920	916.920	917.320		1.930			
EP 5 - 1	N142		918.850	916.920	916.920	917.320		1.930	135A-0800	0.300	50.730
		N143	918.660	916.770	916.770	917.170		1.890			
EP 5 - 1	N143		918.660	916.770	916.770	917.140		1.890	135A-0800	0.400	59.010
		N144	918.420	916.530	916.530	916.900		1.890			
EP 5 - 1	N144		918.420	916.530	916.530	916.900		1.890	135A-0800	0.400	50.300
		N145	918.210	916.330	916.330	916.700		1.880			
EP 5 - 1	N145		918.210	916.330	916.330	916.700		1.880	135A-0800	0.400	51.810
		N146	918.050	916.120	916.120	916.580		1.930			

EP 5 - 1	N146		918.050	916.120	916.120	916.580		1.930	135A-0800	0.200	50.830
		N147	917.970	916.020	916.020	916.480		1.950			
EP 5 - 1	N147		917.970	916.020	916.020	916.480		1.950	135A-0800	0.200	77.030
		N148	917.840	915.870	915.870	916.320		1.970			
EP 5 - 1	N148		917.840	915.870	915.870	916.320		1.970	135A-0800	0.200	50.240
		N149	917.760	915.770	915.770	916.220		1.990			
EP 5 - 1	N149		917.760	915.770	915.770	916.220		1.990	135A-0800	0.200	50.250
		N150	917.700	915.670	915.670	916.120		2.030			
EP 5 - 1	N150		917.700	915.670	915.670	916.120		2.030	135A-0800	0.200	50.180
		N151	917.610	915.570	915.570	916.020		2.040			
EP 5 - 1	N151		917.610	915.570	915.570	916.020		2.040	135A-0800	0.200	50.460
		N152	917.550	915.470	915.470	915.920		2.080			
EP 5 - 1	N152		917.550	915.470	915.470	915.920		2.080	135A-0800	0.200	49.260
		N153	917.480	915.370	915.370	915.820		2.110			
EP 5 - 1	N153		917.480	915.370	915.370	915.820		2.110	135A-0800	0.200	51.250
		N154	917.400	915.260	915.260	915.720		2.140			
EP 5 - 1	N154		917.400	915.260	915.260	915.720		2.140	135A-0800	0.200	50.660
		N155	917.330	915.160	915.160	915.620		2.160			
EP 5 - 1	N155		917.330	915.160	915.160	915.620		2.160	135A-0800	0.200	50.120
		N156	917.250	915.060	915.060	915.520		2.190			
EP 5 - 1	N156		917.250	915.060	915.060	915.520		2.190	135A-0800	0.200	52.300
		N157	917.200	914.960	914.960	915.410		2.240			
EP 5 - 1	N157		917.200	914.960	914.960	915.410		2.240	135A-0800	0.200	51.280
		N158	917.100	914.860	914.860	915.310		2.250			
EP 5 - 1	N158		917.100	914.860	914.860	915.310		2.250	135A-0800	0.200	52.210
		N159	917.010	914.750	914.750	915.210		2.260			
EP 5 - 1	N159		917.010	914.750	914.750	915.210		2.260	135A-0800	0.200	51.120
		N160	916.940	914.650	914.650	915.110		2.290			
EP 5 - 1	N160		916.940	914.650	914.650	915.110		2.290	135A-0800	0.200	50.390
		N161	916.850	914.550	914.550	915.000		2.300			
EP 5 - 1	N161		916.850	914.550	914.550	915.000		2.300	135A-0800	0.200	52.600
		N162	916.760	914.440	914.440	914.900		2.320			
EP 5 - 1	N162		916.760	914.440	914.440	914.900		2.320	135A-0800	0.200	50.570
		N163	916.680	914.340	914.340	914.800		2.340			

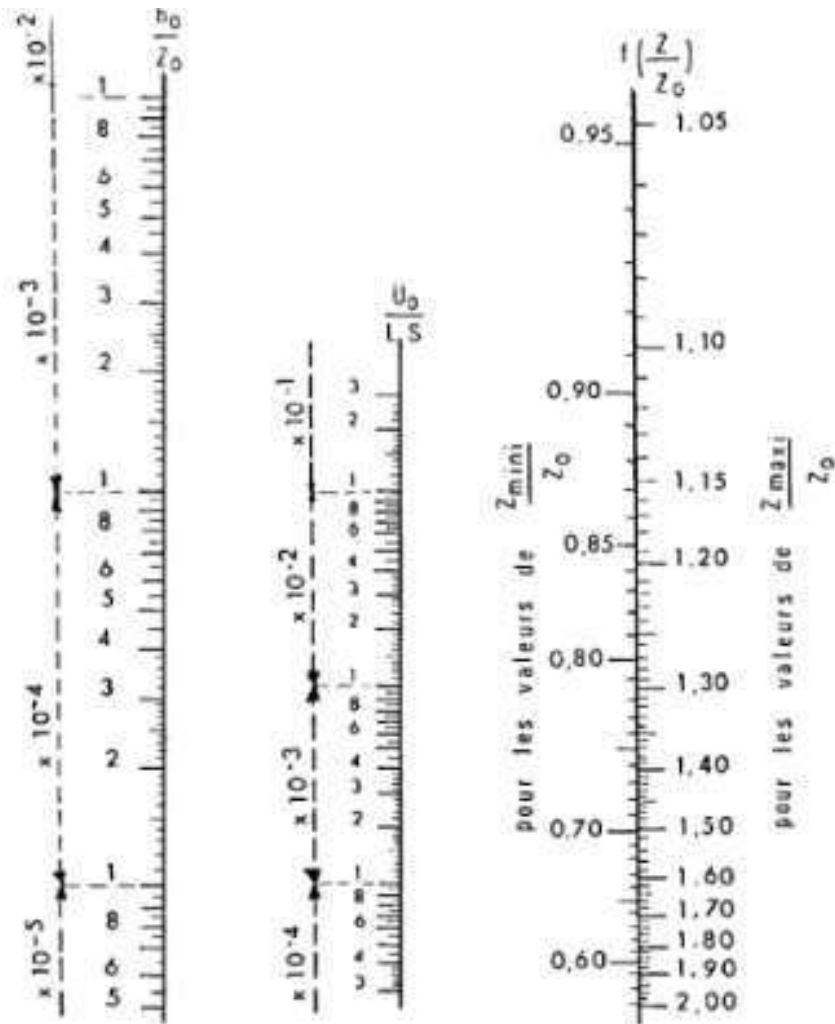
EP 5 - 1	N163		916.680	914.340	914.340	914.800		2.340	135A-0800	0.200	54.820
		N164	916.590	914.230	914.230	914.690		2.360			
EP 5 - 1	N164		916.590	914.230	914.230	914.690		2.360	135A-0800	0.200	55.880
		N165	916.490	914.120	914.120	914.580		2.370			
EP 5 - 1	N165		916.490	914.120	914.120	914.580		2.370	135A-0800	0.200	50.370
		N166	916.400	914.020	914.020	914.480		2.380			
EP 5 - 1	N166		916.400	914.020	914.020	914.480		2.380	135A-0800	0.200	54.800
		N167	916.300	913.910	913.910	914.370		2.390			
EP 5 - 1	N167		916.300	913.910	913.910	914.370		2.390	135A-0800	0.200	59.840
		N168	916.220	913.790	913.790	914.250		2.430			
EP 5 - 1	N168		916.220	913.790	913.790	914.250		2.430	135A-0800	0.200	50.900
		N169	916.110	913.690	913.690	914.140		2.420			
EP 5 - 1	N169		916.110	913.690	913.690	914.140		2.420	135A-0800	0.200	50.390
		N170	915.980	913.590	913.590	914.040		2.390			
EP 5 - 1	N170		915.980	913.590	913.590	914.040		2.390	135A-0800	0.200	51.110
		N171	915.870	913.490	913.490	913.940		2.390			
EP 5 - 1	N171		915.870	913.490	913.490	913.940		2.390	135A-0800	0.200	55.750
		N172	915.770	913.370	913.370	913.830		2.390			
EP 5 - 1	N172		915.770	913.370	913.370	913.830		2.390	135A-0800	0.200	50.310
		N173	915.660	913.270	913.270	913.730		2.390			
EP 5 - 1	N173		915.660	913.270	913.270	913.730		2.390	135A-0800	0.200	50.780
		N174	915.580	913.170	913.170	913.630		2.400			
EP 5 - 1	N174		915.580	913.170	913.170	913.630		2.400	135A-0800	0.200	55.440
		N175	915.460	913.060	913.060	913.520		2.400			
EP 5 - 1	N175		915.460	913.060	913.060	913.520		2.400	135A-0800	0.200	60.630
		N176	915.340	912.940	912.940	913.400		2.400			
EP 5 - 1	N176		915.340	912.940	912.940	913.400		2.400	135A-0800	0.200	60.680
		N177	915.250	912.820	912.820	913.270		2.430			
EP 5 - 1	N177		915.250	912.820	912.820	913.270		2.430	135A-0800	0.200	50.720
		N178	915.250	912.720	912.720	913.170		2.530			
EP 5 - 1	N178		915.250	912.720	912.720	913.170		2.530	135A-0800	0.200	50.240
		N179	915.220	912.620	912.620	913.070		2.600			
EP 5 - 1	N179		915.220	912.620	912.620	913.070		2.600	135A-0800	0.200	51.330
		N180	915.280	912.510	912.510	912.970		2.770			

EP 5 - 1	N180		915.280	912.510	912.510	912.970		2.770	135A-0800	0.200	50.860
		N181	915.290	912.410	912.410	912.870		2.880			
EP 5 - 1	N181		915.290	912.410	912.410	912.870		2.880	135A-0800	0.200	50.570
		N182	915.380	912.310	912.310	912.770		3.070			
EP 5 - 1	N182		915.380	912.310	912.310	912.770		3.070	135A-0800	0.200	52.320
EP 5 - 1		N183	915.520	912.210	912.210	912.660		3.310			
EP 5 - 1	N183		915.520	912.210	912.210	912.660		3.310	135A-0800	0.200	51.290
		N184	915.760	912.100	912.100	912.560		3.660			

ANNEXE VII : Calcul hydraulique du collecteur de déversement :

Tronçon	Débit d'assemblage (m³/s)	Diam. théorique (mm)	Collecteur			Pente (%)	V = Q/S (m/s)	Valeurs calculées à l'aide de l'abaque Ab.5					V Qps/10 (m/s)	Pleine section		Contrainte
			Nom	Section (m²)	Optimal			r Q (Q/Qps)	r V	r H	H (mm)	V (m/s)		Vps (m/s)	Qps (m³/s)	
N187 - N188	1.680	826.000	135A-1000	0.785		2.900	2.140	0.590	1.040	0.550	554.000	3.760	1.990	3.610	2.837	OK
N188 - N189	1.680	837.000	135A-1000	0.785		2.700	2.140	0.610	1.050	0.570	566.000	3.660	1.920	3.490	2.738	OK
N189 - N190	1.680	795.000	135A-1000	0.785		3.600	2.140	0.530	1.010	0.520	519.000	3.900	2.210	4.020	3.161	OK
N190 - N191	1.680	869.000	135A-1000	0.785		2.200	2.140	0.680	1.070	0.610	605.000	3.380	1.730	3.150	2.471	OK
N191 - N192	1.680	911.000	135A-1000	0.785		1.700	2.140	0.770	1.100	0.660	661.000	3.050	1.520	2.770	2.172	OK
N192 - N193	1.680	986.000	135A-1000	0.785		1.100	2.140	0.960	1.140	0.790	788.000	2.530	1.220	2.220	1.747	OK
N193 - N194	1.680	1185.000	135A-1200	1.131		0.810	1.490	0.680	1.070	0.600	724.000	2.350	1.210	2.190	2.481	OK
N194 - N195	1.680	1344.000	135A-1400	1.539		0.200	1.090	0.890	1.130	0.740	1034.000	1.380	0.670	1.220	1.880	OK

ANNEXE VIII : Abaque de Vibert



e.8.74 ■ Abaque de Vibert - Calcul simplifié des réservoirs d'air.

ANNEXE IX : Abaque de Dubin et Guéneau :

